

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA I



TESIS DOCTORAL

**Estudio comparativo de un sistema de impresión
convencional y el sistema digital Trios®**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Santiago Berrendero Dávila

DIRECTORES

Guillermo Pradíes Ramiro
María Paz Salido Rodríguez-Manzaneque

Madrid, 2017

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Departamento de Prótesis Bucofacial



TESIS DOCTORAL

**ESTUDIO COMPARATIVO DE UN SISTEMA DE
IMPRESIÓN CONVENCIONAL Y EL SISTEMA DIGITAL
TRIOS®**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR:

Santiago Berrendero Dávila

Bajo la dirección de los Doctores:

D. Guillermo Pradés Ramiro

Dña. M^a Paz Salido Rodríguez-Manzaneque

Madrid, 2016.



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

Departamento de Estomatología I (Prótesis Bucofacial)

***Estudio comparativo de un sistema
de impresión convencional y el sistema
digital TRIOS®***

Santiago Berrendero Dávila

2016

***Estudio comparativo de un sistema de
impresión convencional y el sistema digital
TRIOS®***

Trabajo de investigación para optar al Grado de Doctor por
la Universidad Complutense de Madrid

que presenta:

SANTIAGO BERRENDERO DÁVILA

Directores:

Dr. D. Guillermo Pradíes Ramiro

Profesor Titular

Dra. Dña M^a Paz Salido Rodríguez-Manzaneque

Profesora Contratada Doctora

Departamento de Estomatología I (Prótesis Bucofacial)

Facultad de Odontología

Universidad Complutense de Madrid

Madrid, 2016



**UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE DE MADRID**

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Plaza Ramón y Cajal, s/n.

Ciudad Universitaria

**DEPARTAMENTO
DE PRÓTESIS BUCOFACIAL**

D. Guillermo Pradíes Ramiro, Profesor Titular y Dña. M^a Paz Salido Rodríguez-Manzaneque, Profesora Contratada Doctora del Departamento de Estomatología I (Prótesis Bucofacial) de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid.

CERTIFICAN:

Que el trabajo de investigación titulado: “Estudio comparativo de un sistema de impresión convencional y el sistema digital Trios®” del que es autor D. Santiago Berrendero Dávila, ha sido realizado en este Departamento bajo nuestra dirección y supervisión, reuniendo en nuestra opinión todos los requisitos necesarios para ser presentado y defendido para la obtención del Grado de Doctor en Odontología por esta Universidad.

Y para que conste a los efectos oportunos, firmamos el presente certificado en Madrid a 14 de enero de 2016.

Fdo. Guillermo Pradíes Ramiro

Fdo. M^a Paz Salido Rodríguez-Manzaneque

*Para mi Madre, un claro ejemplo de
superación y fortaleza.*

*Para Jose, Roberto y Sandra, por su
apoyo incondicional.*

Para mi Padre, que le habría encantado.

Concluido este largo camino, me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que me ayudaron en algún momento.

Gracias de todo corazón,

Al **Dr. Guillermo Pradíes** por su infinita ayuda y su tiempo, porque sin él no hubiese sido posible llegar hasta aquí, por confiar en mí desde el primer momento y por compartir su conocimiento y entusiasmo universitario con todo aquel que está cerca.

A la **Dra. M^a Paz Salido** por su amistad, cariño y apoyo durante este camino. Porque fue la primera en tenderme la mano para comenzar todo esto, y por todas las oportunidades que me ha dado a lo largo de estos años.

Al **Dr. Francisco Martínez Rus** por ser un modelo a seguir, su disciplina y su pasión por la docencia, desde el pregrado hasta el magister, marcaron mi forma de entender la profesión.

Al **Dr. Alberto Ferreira**, por su paciencia y por ayudarme siempre, gracias por todas las mañanas de trabajo invertidas.

A la **Dra. Arehlys Valverde** por hacer que todo sea fácil, por su amistad, por todas las risas y su ayuda inestimable en cada parte del estudio.

A **Irene García** por su colaboración desinteresada durante la fase experimental, todo fue más sencillo cuando llegaste.

A **Phibo** y su laboratorio PhiboLab, en especial a **Vanessa Fal**, que coordinó la fabricación de las coronas.

A todos **los pacientes** que participaron en el estudio, gracias a gente que se presta a esto, la ciencia avanza.

A **todos** mis compañeros del Dpto. de Estomatología I, que me hicieron sentir como en casa desde el primer día. En especial al **Dr. G. Cogolludo**, al **Dr. Peláez**, al **Dr. F. del Río**, al **Dr. Cárdenas**, y a la **Dra. García Naranjo**.

A los profesores y alumnos del título propio **“Especialista en Odontología Restauradora Basada en Nuevas Tecnologías”**, por todo lo aprendido con ellos cada tarde. En especial, gracias al **Dr. Carlos F. Villares**, quien me enseñó que la humildad bien cocinada siempre es deliciosa.

A mis Profesores de Prótesis, en especial al **Dr. López-Lozano**, a la **Dra. Suarez**, al **Dr. Serrano** y al **Dr. Sánchez-Turrión** por darme la oportunidad de aprender la rama más apasionante de la odontología.

A mis compañeros y **amigos del Máster** en Prótesis, sobretodo a **Vero, Sara, Marta, Laura, Celia, Carlos y Guille**, por ser los protagonistas de los dos años más felices de mi vida, siempre daré gracias por haberos conocido.

A **M^a Jesús, Isabel, Elia**, y los demás **trabajadores de la Facultad** de Odontología de la UCM, que cada día nos cuidan.

A mis **amigos**, con un cariño especial a aquellos que han estado más cerca estos últimos años, en los buenos y malos momentos. **Carla, Elena, Kike, Jaime, Isa, María, Emilio, Rafa...** mil gracias por apoyarme y por quererme tal como soy. Os recompensaré por el tiempo que no os he podido dedicar, pero de verdad estaba muy liado.

A todos **mis compañeros/as de trabajo**, que me animaron y ayudaron cada día a ser mejor dentista. **Mercedes, Angelines, Almudena, Mar, Julia, Víctor, Javi, Concha, Eli, Tania....**ect, gracias por hacer que ir a las clínicas sea un placer inmenso.

En especial, gracias a **Loli Guijarro y Begoña Palacios**, por darme mi primera oportunidad laboral, os estaré eternamente agradecido por incluirme dentro de vuestra pequeña familia.

Y por último, pero no menos importante, a **toda mi familia**, porque lo son todo para mí.

Gracias a mi **Madre**, por su amor, su apoyo, su comprensión....en fin, gracias por todo.

A **Jose**, por su cariño y por ser un segundo padre.

A **Roberto y Sandra** por hacerme pasar tan buenos ratos en casa, y sacarme una sonrisa hasta en los peores días, gracias por estar siempre ahí.

A mi abuela **Rosa** por todo su cariño y a mi abuelo **Fermín**, que solo por ver su cara de orgullo, todo esto ha merecido la pena.

*No sabe dónde va
pero si sabe
que algún día llegará.
No sabe donde va
pero no va a olvidar
de donde viene,
porque es todo
lo que tiene,
mientras él aprende
a caminar.*

Amaral, Estrella de Mar, 2002.



ÍNDICE

ÍNDICE

RESUMEN / ABSTRACT	25
RESUMEN	27
ABSTRACT.	31
 I.- INTRODUCCIÓN	 37
1.1.- IMPRESIONES CONVENCIONALES	41
1.1.1.- SILICONAS DE ADICCIÓN	43
1.1.2.- POLIÉTER.....	44
1.1.3.- TÉCNICAS DE IMPRESIÓN.....	45
1.1.4.- TÉCNICAS DE RETRACCIÓN GINGIVAL.....	47
1.2.- LA TECNOLOGÍA CAD/CAM	49
1.2.1.- COMPONENTES DE LA TECNOLOGÍA CAD/CAM	50
1.2.2. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA TECNOLOGÍA CAD/CAM	54
1.3.- IMPRESIONES DIGITALES.....	55
1.3.1.- CEREC®	56
1.3.2.- APOLLO DI®	59
1.3.3.- E4DENTIST	60
1.3.4.- ITERO	61
1.3.5.- 3M™ TRUE DEFINITION.....	62
1.3.6.- 3D PROGRESS.....	63
1.3.7.- CS3500®	64
1.3.8.- LYTHOS™	65
1.3.9.- TRIOS®	66
1.4.- CERÁMICAS EN ODONTOLOGÍA	71
1.4.1.- CONCEPTO	73
1.4.2.- CLASIFICACIÓN	74
1.5.- AJUSTE MARGINAL EN PRÓTESIS FIJA.....	85
1.5.1.- CONCEPTO	85
1.5.2.- RELEVANCIA CLÍNICA	86
1.5.3.- FACTORES QUE INFLUYEN EN EL AJUSTE.....	87
1.5.4.- TÉCNICAS DE MEDICIÓN DEL AJUSTE MARGINAL	90

II.- JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	91
2.1.- JUSTIFICACIÓN.....	93
2.2.- OBJETIVOS	95
 III.- HIPÓTESIS DE TRABAJO	 97
 IV.- MATERIAL Y MÉTODO	 101
4.1.- SELECCIÓN DE PACIENTES	103
4.2.- MUESTRA.....	104
4.3.- GRUPOS	104
4.4.- PROCEDIMIENTO CLÍNICO	105
4.4.1.- RECONSTRUCCION DE PILARES	105
4.4.2.- IMPRESIÓN INICIAL.....	106
4.4.3.- PREPARACIÓN DENTAL.....	106
4.4.4.- PROVISIONALES.....	108
4.5.-PROCEDIMIENTO DE LABORATORIO	117
4.5.1.- CORONAS CONVENCIONALES (C)	117
4.5.2.- CORONAS DIGITALES (D).....	123
4.5.3.- CERÁMICA DE RECUBRIMIENTO.....	126
4.6.- EVALUACIÓN CLÍNICA DE LAS CORONAS.....	127
4.7.- REGISTRO DE LA INTERFASE: ARRASTRES.....	131
4.8.- CEMENTADO DEFINITIVO	135
4.9.- EVALUACIÓN IN VITRO DEL DESAJUSTE.....	137
4.9.1.- FABRICACIÓN DE LAS PROBETAS.....	137
4.9.2.- CORTE Y PULIDO DE LAS PROBETAS	140
4.9.3.- ANÁLISIS DE LAS PROBETAS.....	142
4.10.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO	147
4.10.1.- ANÁLISIS DE LAS VARIABLES CLÍNICAS.....	147
4.10.2.- ANÁLISIS DEL DESAJUSTE “INVITRO”	148

V.- RESULTADOS	149
5.1.- ANÁLISIS “IN VITRO” DEL AJUSTE MARGINAL E INTERNO	151
5.1.1.- ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA	152
5.1.2.- PRUEBAS DE NORMALIDAD	163
5.1.3.- ESTADÍSTICA INFERENCIAL.....	167
5.2.- ANÁLISIS CLÍNICO	175
5.2.1.- AJUSTE MARGINAL	175
5.2.2.- PUNTOS DE CONTACTO	177
5.2.3.- OCLUSIÓN	179
5.2.4.- FRICCIÓN	181
5.2.5.- SELECCIÓN FINAL	183
 VI.- DISCUSIÓN	 185
6.1.- DISCUSIÓN SOBRE LA METODOLOGÍA	187
6.2.- DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	193
 VII.- CONCLUSIONES	 203
 VIII.- BIBLIOGRAFÍA.....	 207
 IX.- ANEXOS.....	 225



RESUMEN / ABSTRACT

RESUMEN

1.- INTRODUCCION Y JUSTIFICACIÓN.

La toma de impresiones es una fase de vital importancia en la rehabilitación con prótesis. Un adecuado registro de las preparaciones dentales para prótesis fija tiene una especial importancia, puesto que se encuentra directamente relacionado con el ajuste marginal y el sellado de las restauraciones, y este a su vez con el éxito del tratamiento. Con el desarrollo de la tecnología CAD/CAM se han introducido diferentes sistemas de impresión digital intraoral con el objetivo de mejorar la toma de impresión, haciendo un proceso más efectivo y preciso que las impresiones convencionales con elastómeros. Son necesarios estudios que comparen estos sistemas con los procedimientos convencionales, para determinar su validez.

2.- OBJETIVOS

- Obtener los valores medios de adaptación marginal e interna de las coronas realizadas por ambas técnicas de impresión.
- Evaluar si los valores de desajuste marginal son clínicamente aceptables.
- Comparar los valores obtenidos con ambas técnicas en las distintas áreas.
- Evaluar clínicamente diferentes variables clínicas como el ajuste marginal, puntos de contacto, fricción y oclusión.
- Comparar de manera global los resultados clínicos y la selección final de coronas.

3.- MATERIAL Y MÉTODO

Se seleccionaron 30 pacientes con necesidad de una corona de recubrimiento total en el sector posterior. Se realizaron para cada caso 3 coronas de óxido de zirconio a partir de dos tipos de impresiones, una impresión convencional en dos pasos con elastómeros (Grupo C y F) y una impresión digital con el sistema TRIOS de 3shape (Grupo D). Todas las coronas se diseñaron (CAD), se fresaron (CAM) y se recubrieron con cerámica en el mismo laboratorio y por el mismo técnico.

Las coronas fueron analizadas por dos evaluadores externos al estudio, valorando diferentes variables clínicas. Posteriormente se registró la interfase entre la corona y el diente tallado usando la técnica de la réplica modificada. Cada corona se “cementaba” sobre la preparación con silicona ultra fluida y se arrastraba con silicona pesada y fluida. Después se estabilizaba la fina capa de silicona usando una resina epoxi de baja contracción y embutiendo el bloque en resina acrílica transparente.

Los bloques se seccionaban en sentido vestíbulo lingual con un micrótopo de precisión, se pulía una sección y se analizaba el desajuste marginal e interno con una lupa binocular a 40 aumentos, en 7 zonas.

Los datos fueron analizados usando el test de la T de Student y el test de la U de Mann-Whitney ($\alpha = 0,05$) para los datos de ajuste, y el índice de concordancia de Kappa y Cohen y el test de Chi Cuadrado de Pearson para los datos clínicos.

4.- RESULTADOS

La media de desajuste interno y marginal fue de $170,9\mu\text{m}$ ($SD=119,4$)/ $106,6\mu\text{m}$ ($SD=69,6$) para el grupo digital y $185,4\mu\text{m}$ ($SD=112,1$)/ $119,9\mu\text{m}$ ($SD=59,9$) para el grupo convencional. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$) entre los dos grupos.

En cuanto a la valoración clínica las coronas digitales presentaron mejor ajuste marginal y puntos de contacto de forma significativa, respecto a las coronas convencionales. Al contrario ocurrió con las variables oclusión y fricción, donde no hubo diferencias. Los operadores eligieron las coronas digitales en un 60% de los casos

como la que clínicamente reunía mejores condiciones clínicas de forma estadísticamente significativa y con una concordancia de 0,63.

5.- CONCLUSIONES

1.- Los valores obtenidos revelaron un mejor ajuste de las coronas digitales frente a las coronas convencionales en todas las zonas estudiadas, sin establecerse diferencias significativas para ninguna de ellas y obteniendo valores clínicamente aceptables.

2.- Clínicamente las coronas digitales fueron estadísticamente superiores en los puntos de contacto y el ajuste marginal. Para las variables oclusión y fricción no hubo diferencias entre los dos grupos. En el 60% de forma significativa los evaluadores eligieron las coronas digitales.

ABSTRACT

1.- INTRODUCTION, AIMS AND NULL HYPOTHESIS.

The success of dental restorations is determined by 4 main factors: biocompatibility, aesthetic value, resistance to fracture and marginal adaptation. An inadequate marginal fit may compromise the longevity of the restoration. Still, there is no consensus on what is the maximum marginal gap width that could be considered clinically acceptable, ranging from 50 to 200 μm according to different authors. After a 5-year study conducted on more than 1000 restorations, McLean and Von Fraunhofer concluded that 120 μm was the maximum tolerable marginal opening.

Marginal and internal fit can be influenced by several factors, starting from the impression phase to the final cementation process. In general dental practice, impressions using elastomer materials (polyether and vinyl poly-siloxane), are a conventional procedure. Although high-quality impressions are achievable by using these impression techniques and workflows, several mistakes associated with the intraoral phase (subgingival preparations, presence of blood, saliva, etc) or laboratory procedures (disinfection, pouring the impression, transport, etc.) may occur, leading to inaccuracies.

The computer aid design/computer aid manufacturing (CAD/CAM) techniques for dental restorations have been developed to optimize the quality of the restorations as well as the efficiency of the workflow. Another target is the production of high resistance ceramic restorations which, up to date, can only be produced with these techniques. The popularity of these materials has increased significantly in the last decade due to their aesthetic, mechanical and biocompatibility properties.

Nowadays, various optical impression systems have been developed with which direct impressions could be made in the oral cavity. All of these systems work with a standard open or closed (encrypted) file format called S.T.L. which stands for “*Stereo lithography*” or “*Standard Triangle Language*”, because they use the technology of “cloud of points” connected by different triangles.

One of the systems currently in use is developed by 3Shape (Denmark), a scanner called TRIOS®. Its first version consists of a cart with touch screen and an ergonomic handle with sterilisable capture tip. Little information is disclosed of their technical principle. *Ultrafast Optical Sectioning™* is the current technical terminus used for the principle implemented in this scanner, that combine confocal microscopy with the projection of structured light. The tip captures 3000 2D frames per second, 100 times faster than the conventional video cameras. After combining thousands of images in 2D the software creates a 3D digital model. The high speed images captured without using spray and freedom of movement are its main advantages.

Although digital impressions possess clear advantages compared to their conventional analogues, the fitting-accuracy of resulting restorations remains questionable, because the number of clinical studies that evaluate fit accuracy is limited.

The aims of this in vivo prospective study were:

- 1.- To obtain the mean values for marginal and internal fit of all-ceramic crowns fabricated from conventional and digital impression based on Ultrafast Optical Sectioning™ technology.
- 2.- To evaluate whether the values of marginal gap are clinically acceptable.
- 3.- To compare the values obtained with both techniques in different areas.
- 4.- To evaluate different clinical variables as the marginal fit, contact points, friction and occlusion.
- 5.- To compare clinical results and the final selection of crowns.

The tested null hypothesis was that there is no significant difference in marginal and internal misfit between crowns fabricated from both impression techniques.

2.- MATERIAL AND METHODS.

Thirty consecutive patients (21 females, 9 males, aged between 19 and 70 years) were included in the present study.

One posterior tooth was prepared for a crown restoration and 3 all-ceramic crowns were fabricated for each recruited patient: 2 crowns were made for the analysis, one from a conventional impression technique (Group C) and another one from a digital impression with an intraoral scanner based on ultrafast optical sectioning technology (Trios intraoral scanner, 3DShape, Copenhagen, Denmark) (Group D). An other one all-ceramic crown to be definitively cemented was made following the technique used for the group C. A total of 90 all-ceramic crowns were made for the study.

All patients received the same clinical protocol, carried out by the same experienced prosthodontics. The participants received local anaesthesia for the treatment of the abutment teeth that included caries excavation and adhesive built-ups if necessary. Later, chamfer finish lines were prepared with a circumferential reduction of the tooth substance between 1 and 1,5mm by diamond burs. Occlusal reduction was about 1.5-2mm The preparation had a divergence angle of around 6° and all internal edges were rounded and polishing with fine diamond burs. The margin was placed at juxta-gingival level, and in any case not exceeding a subgingival depth of 1mm. After tooth preparation, a provisional restoration was placed using a temporary resin based material bonding with non-eugenol temporary cement.

Impressions were taken one week after tooth preparation. Provisional restoration was removed and retraction cords were placed in the gingival sulcus. The same retraction cord technique was used for both impressions, replacing the cords in each impression.

Digital impressions were taken using the intraoral scanner TRIOS® (Standard Cart Model T12230056, with Software 1.3.2.1, 3Shape, Phibo), for conventional impression, a Vinyl Polysiloxane (VPS) material was used in a two-step impression technique (Express 2 Penta Putty™ as tray and Express 2 Light Body™ as wash material, 3M ESPE) in a standard metallic tray. All crowns were designed (CAD), was milling (CAM) and veneered with ceramic in the same laboratory by the same operator.

ABSTRACT

The crowns were analyzed by two external evaluators to study, assessing different clinical variables.

Later the interface between the crown and the prepared tooth, using the technique of the modified replica, was recorded. Inside the crowns, a thin silicone layer represented the gap width between the inner surface of the crown (crown margin inclusively) and the surface of abutment tooth. To stabilize the thin silicone film, the crowns were embedded in a blue light curing acrylic resin. The crowns with stabilize interface were further embedded in transparent resin to facilitate the cutting of the blocks obtained. Specimens were cut in half in buccolingual orientation with a precision cutter. One section was chosen randomly to be studied. These sections were polished on a metallurgic polishing wheel using increasingly fine carbide papers.

All samples were measured by two calibrated operators, who were not involved in the clinical phase. Replica film thickness was captured by means of a stereomicroscope at magnification factor 40X. Image analysis software was used to measure film thickness at seven sites: bucal margin, bucal axial, bucal crest, lingual margin, lingual axial, lingual crest and fossae. Each operator performed five measurements for each site, except the fossae where ten measurements were taken, obtaining the average value of their measurements. Resulting in 40 measurements for each specimen.

All measurements were recorded in microns and exported to a spreadsheet (Microsoft Excel 2007, Microsoft Corp, USA). The overall misfit discrepancy was also calculated using all measures from each group (40 measures x 30 crowns), so as to obtain an overall misfit comparison between both impression methods, conventional and digital intraoral. Statistical analysis was performed using software SPSS 19.0.

Means values and standard deviation per group were calculated. Normality distribution was checked using Kolmogorov-Smirnov test. Student T-Test for paired samples was used to assess the influence of the impression system on the internal discrepancy in normal distribution. Mann-Whitney test was used in non normal distribution. The level of significance was established at $\alpha = 0.05$.

3.- RESULTS

Two thousand and four hundred data points (60 crowns x 40 points) were measured. The mean internal and marginal misfit was 170,9µm (SD = 119.4) / 106,6µm (SD = 69.6) for the digital group and 185,4µm (SD = 112.1) / 119,9µm (SD = 59.9) for the conventional group. No statistically significant differences ($P > 0.05$) between the two groups were found.

As for the clinical assessment, digital crowns showed better marginal fit and contact points significantly over conventional crowns. The opposite occurred with the variables occlusion and friction, where there was no difference. Operators chose digital crowns in 60% of cases because its met best clinical conditions, statistically significant and a concordance of 0.63.

Thus the null hypothesis was admitted.

4.- CONCLUSIONS

1. At marginal level, digital crowns obtained an mean misfit of 106.6 microns and the conventional crowns 119.9 microns. For the internal misfit, digital crowns obtained a mean of 170,9 microns and conventional crowns 185,4 microns.
2. At margin level, both groups were within the limits of clinical acceptability (120 microns).
3. The values obtained showed a better fit of digital crowns over conventional crowns in all areas studied, without establishing significant differences for any of them.
4. Clinically, digital crowns were statistically higher in the points of contact and marginal fit. For occlusion and friction variables did not differ between the two groups.
5. In 60% of cases and statistically significantly, evaluators chose digital crowns over conventional crowns.



I.- INTRODUCCIÓN

1.- INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, los tratamientos odontológicos destinados a la rehabilitación de los pacientes, han sufrido un cambio drástico debido a la evolución de las técnicas, los materiales y sobre todo la tecnología.

Las restauraciones ceramometálicas se están sustituyendo poco a poco por restauraciones totalmente cerámicas, debido a la necesidad de encontrar prótesis fijas más estéticas y más biocompatibles. Es obvio que hablar de estética es hablar de restauraciones libres de metal, con las que conseguimos un mayor mimetismo en la cavidad bucal, y una mínima reactividad química, ya que son más inertes.⁽¹⁾

Desde la primera corona totalmente cerámica que introdujo *Land* en los años 60, el interés por estos materiales ha ido en aumento. La búsqueda de la máxima estética ha llevado a la industria a desarrollar multitud de sistemas totalmente cerámicos que pretenden imitar al diente natural en todos sus aspectos: forma, color, luminosidad, translucidez, etc... .^(2, 3) Además de buenas propiedades ópticas, estos materiales ofrecen una alta biocompatibilidad, resistencia y buenos resultados funcionales. Estas ventajas han conllevado un cambio en las indicaciones de las restauraciones cerámicas en odontología. Se ha pasado de realizar coronas unitarias anteriores en exclusividad a poder realizar coronas posteriores, incrustaciones e incluso puentes reponiendo piezas ausentes.⁽¹⁻⁴⁾

En la actualidad, la mayoría de estos sistemas cerámicos se procesan mediante CAD/CAM, ya que esta tecnología ha pasado de ser el “futuro más próximo” a ser el “día a día” de la práctica odontológica. Sin embargo, la toma de impresión convencional mediante elastómeros sigue siendo la primera elección para muchos clínicos, a pesar de la reciente aparición de multitud de escáneres intraorales para la toma de impresiones digitales.⁽⁵⁾

1.1.- IMPRESIONES CONVENCIONALES

Durante la realización de un procedimiento restaurador con prótesis, una de las fases de indiscutible importancia, es el registro y reproducción de las estructuras a restaurar. Desde que Dunning en 1943 ⁽⁶⁾ hiciera la primera impresión de escayola para conseguir una réplica de los tejidos orales, han sido muchos los esfuerzos por mejorar los materiales y técnicas para obtener unas impresiones fiables. Este aspecto, ha sido un campo de estudio y desarrollo de intensa actividad, tanto por parte de los clínicos, desarrollando nuevos protocolos de actuación, como por la industria, desarrollando nuevos materiales, para lograr la impresión “ideal”.

Las impresiones se definen como la reproducción en negativo de las preparaciones dentales, dientes adyacentes y tejidos blandos relacionados ⁽⁷⁾. Es de vital importancia que la impresión sea fiel a la realidad, para poder construir a partir de ella una restauración adecuada. Para ello, la impresión debe cumplir una serie de requisitos:^(8, 9)

- Extensión adecuada
- Centrada en la cubeta
- No debe estar perforada
- Tener una superficie lisa y uniforme
- Correcta mezcla y presión del material de impresión
- Estable dimensionalmente
- Espesor de material uniforme

Los materiales de impresión son aquellos materiales llevados a boca en un estado blando o semifluido, que endurecen tras su proceso de fraguado, obteniendo así una imagen en negativo. Positivando la impresión con los materiales adecuados se obtiene el modelo.

INTRODUCCIÓN

Las cualidades que debe tener cualquier material de impresión son:

- Biocompatibilidad
- Exacto
- Estable
- Fluido
- Elástico
- Flexible
- Hidrófilo
- Tiempo de trabajo adecuado
- Propiedades organolépticas
- Económico

Existen diferentes clasificaciones de los materiales según diferentes criterios, pero la más utilizada es la que diferencia los materiales elásticos y los rígidos, después del fraguado. Esta clasificación se refleja en la figura 1.1. ⁽⁹⁾

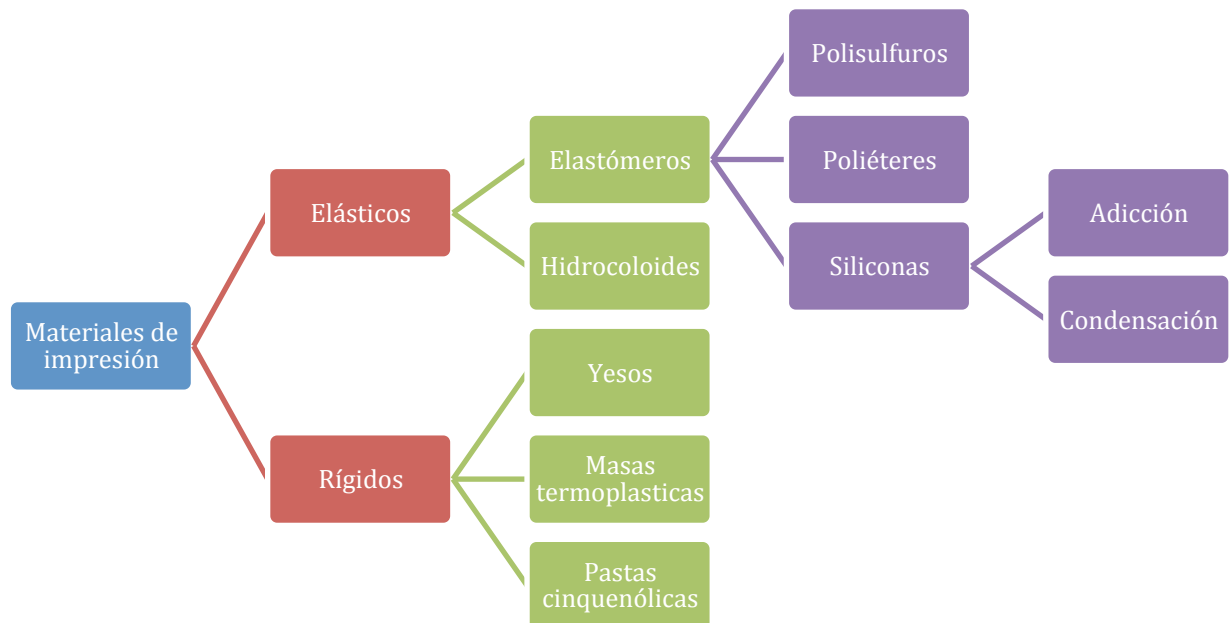


Fig. 1.1.- Clasificación de los materiales de impresión

Todos los materiales han tenido su cabida a lo largo de la historia, pero en la actualidad las impresiones para prótesis fija se realizan con elastómeros irreversibles, y más concretamente con Siliconas de adicción o con Poliéteres, debido a la alta calidad de las mismas. ⁽⁹⁻¹¹⁾

1.1.1.- SILICONAS DE ADICCIÓN

Los materiales de impresión a base de polivinilsiloxano o siliconas de adicción aparecieron en el mercado en el año 1975 como alternativa a las siliconas de condensación, al disminuir algunos de sus inconvenientes entre los que destacaba la alteración dimensional como consecuencia de la reacción de polimerización. ⁽¹²⁾

Las moléculas que constituyen la pasta base tienen grupos terminales vinílicos en lugar de oxidrilos. Estos grupos son los que permiten producir reacciones de adición a partir de la apertura de dobles ligaduras y sin la formación de subproductos. Para lograr esta reacción se prepara la mezcla con otra pasta que contiene una silicona con átomos de hidrógeno en algunos laterales. Con la acción de un acelerador, que habitualmente es un compuesto de platino, se logra el traslado de átomos de hidrógeno a las dobles ligaduras que así se abren. Las valencias libres que se producen en los grupos vinílicos se saturan con las que dejaron vacantes los hidrógenos y, de esta manera, las moléculas originales quedan unidas y entrecruzadas

Las principales ventajas de la silicona de adicción son unas buenas propiedades mecánicas, ya que tienen una gran recuperación elástica y son resistentes al desgarro. Dada su buena estabilidad dimensional pueden ser vaciadas transcurridas 24 horas de la impresión con buena fiabilidad.

El tiempo de polimerización es corto y su manejo fácil. Su viscosidad permite la reproducción, con exactitud, de las estructuras bucales, se desinfecta fácilmente sin alterar sus propiedades y además, es un material muy biocompatible, con un sabor y olor razonable para el paciente. ^(13, 14)

INTRODUCCIÓN

Su naturaleza hidrofóbica era una de sus desventajas, acarreando inconvenientes tanto en la toma de impresión, como en el momento del vaciado.⁽¹⁵⁾ Por ello, últimamente se han ido desarrollando siliconas hidrofílicas que permitan su empleo en el medio oral húmedo. Casi todas las siliconas modernas, especialmente las de adición, tienen incorporadas en su composición sustancias tenso activas. Éstas generan cierta afinidad con el agua en la superficie y con ello, se mejora la capacidad de reproducir los detalles y transferirlos a un modelo de yeso.⁽¹⁶⁾

En la actualidad, existen dos métodos de mezclado: Manual y Mecánico.

Para el mezclado manual, las siliconas pesadas se presentan en dos pastas, una base y un catalizador, las cuales hay que mezclar para que se inicie la reacción de polimerización. En cuanto a las siliconas fluidas, son dos pastas que se mezclan con una espátula hasta conseguir una pasta homogénea.

El mezclado mecánico está muy extendido en la dispensación de silicona fluida. La presentación es un cartucho montado en una pistola que termina en una punta de automezcla que pone en contacto las dos pastas. Pero también existe la opción de mezclar silicona pesada de forma automática, el sistema más extendido es el Pentamix® de la casa 3M ESPE, compatible con silicona y poliéter. Desde un punto de vista técnico se obtiene una pasta más homogénea durante la mezcla, evitando las imperfecciones.^(17, 18)

1.1.2.- POLIÉTER

Es un polímero, cuyo uso para la toma de impresiones en Odontología surgió en la década de 1960.

La base es el polímero de un éter con grupos terminales cíclicos, denominados grupos iminos, además contienen también rellenos y reguladores de consistencia. El reactor que genera la ruptura de los anillos, y así la polimerización y entrecruzamiento,

es un sulfonato alquílico. La reacción de fraguado del poliéter es una reacción de adición porque no se forman productos colaterales.

Sus principales ventajas son: una contracción de polimerización muy baja y una excelente estabilidad dimensional, lo que lo convierte en un material bastante exacto y preciso. Su polimerización es rápida, siendo en algunas ocasiones excesiva.⁽¹⁹⁾ Tiene una gran rigidez, una característica fundamental para la precisión de la impresión, aunque a veces puede originar problemas al retirar la impresión de la boca pudiendo hacer que se desgarre o causar problemas en dientes periodontales.

Su coste es elevado en comparación con otros materiales elásticos, pero ofrece muy buenos resultados como material de impresión. Su principal inconveniente es que se han descrito problemas de hipersensibilidad debido a la composición de su catalizador.^(20, 21)

Los poliéteres se utilizan fundamentalmente en una técnica monofásica, mezclando la base y el catalizador para obtener una pasta homogénea. Su principal presentación es en cartuchos para mezcla automática.⁽²²⁾

1.1.3.- TÉCNICAS DE IMPRESIÓN

No sólo el material de impresión es relevante para la exactitud del negativo, la técnica utilizada para realizar la impresión es de vital importancia.

Se describen 3 técnicas principales para la toma de impresiones en prótesis fija sobre dientes:

- Técnica de doble mezcla
- Técnica de doble impresión
- Técnica monofásica

INTRODUCCIÓN

Se denomina **doble mezcla o en un solo paso** al proceso en el que se utiliza los materiales de jeringa y cubeta simultáneamente. Para ello, se necesitan dos mezclas separadas que se manipulan al mismo tiempo, generalmente una de consistencia pesada o masilla y otra con una consistencia fluida o media.

Se coloca el material pesado en la cubeta, el material fluido en la preparación dental y sobre la silicona pesada, y se introduce todo a la vez en la boca hasta su fraguado. Es una técnica ampliamente utilizada y ofrece resultados con suficiente exactitud,⁽²³⁾ aunque algunos autores la consideran inadecuada por los errores que conlleva.⁽²⁴⁾

La técnica de **doble impresión o en dos pasos**, inicialmente fue ideada para la silicona de condensación con el objetivo de minimizar la contracción de polimerización y los cambios dimensionales.

Consiste en tomar una impresión preliminar con silicona pesada, obteniendo un negativo que actuará como cubeta individual. Esta impresión se recorta, eliminando todas las superficies retentivas y haciendo espacio para la silicona fluida. Después se coloca silicona fluida en la preparación y en la cubeta y se procede a la sobreimpresión para obtener la impresión definitiva. La silicona fluida reproduce fielmente todos los detalles que la pesada no puede por su viscosidad.

Las desventajas de esta técnica incluyen el tiempo, la dificultad de reposición de la cubeta y la posibilidad de contaminación con saliva que influye negativamente en la unión de las siliconas. A pesar de ello existen estudios que demuestran resultados similares a la doble mezcla o incluso superiores.^(25, 26)

La técnica **monofásica** es cuando se utiliza un material de una única viscosidad, habitualmente de consistencia media.

Desde un punto de vista teórico, cuando se empuja el material de consistencia media a través de la boquilla de la jeringa, su viscosidad disminuye lo que permite adaptarse bien a la preparación, e incluso mejorar la reproducción de las superficies mojadas debido a la positiva correlación entre la capacidad de desplazar el agua y la consistencia del material de impresión.⁽²⁷⁾ Además el material de la cubeta conserva su

viscosidad y al colocarlo obliga al material situado en la boca a desplazarse a las zonas críticas.

A pesar de ello, existen estudios en los que se han registrado diferencias significativas entre impresiones monofásicas e impresiones combinando materiales de distintas consistencias, obteniendo estos últimos mejores resultados.^(28, 29)

1.1.4.- TÉCNICAS DE RETRACCIÓN GINGIVAL

Las técnicas de impresión se deben combinar con técnicas de retracción gingival para obtener impresiones idóneas. Existen varias técnicas de retracción atendiendo a diferentes criterios:⁽³⁰⁾

- Según el material utilizado, las técnicas de retracción se pueden clasificar en:

- 1.- Mecánicas: Se realizan mediante el uso hilos de retracción simples, trenzados o tricotados con alambre. Existen también pastas retractoras autopolimerizables.

- 2.- Químicas: Se pueden usar sustancias como la epinefrina, sulfato férrico o cloruro de aluminio.

- 3.- Mixtas: Consiste en combinar las dos técnicas anteriores, mojando los hilos de retracción en sustancias químicas que ayudan a la hemostasia y la retracción.

- Según la técnica propiamente dicha:

- 1.- Técnica hilo simple: se coloca en el surco gingival un hilo de retracción seco o mojado en sustancias químicas y se procede a la toma de impresión con la técnica seleccionada.

INTRODUCCIÓN

2.- Técnica de doble hilo: en este caso, se coloca un hilo fino impregnado en solución química en el fondo del surco gingival. Después se procede a colocar otro hilo seco de mayor calibre que se retirará antes de la toma de impresiones.

1.2.- LA TECNOLOGÍA CAD/CAM

Las siglas CAD/CAM hacen referencia a la técnica de producción que aúna los conocimientos informáticos, con el fin de aplicarlos tanto al diseño como a la fabricación de piezas, originariamente de ingeniería, pero que se ha venido utilizando en multitud de campos. Como se nombraba anteriormente, su acrónimo inglés traducido al castellano quiere decir: diseño dirigido por ordenador/ fabricación dirigida por ordenador.

Las funciones realizadas por un sistema CAD/CAM deben estar plasmadas en tres elementos básicos que pongan en relación cada una de las mismas:

- La conversión analógico-numérica de la imagen.
- El diseño asistido por ordenador con modelizaciones lineales y superficiales.
- La fabricación por control numérico.

El término CAD/CAM, aplicado al mundo odontológico, hace referencia a una tecnología que nos permite realizar restauraciones dentales mediante el apoyo informático de diseño, y un sistema de mecanizado o fresado automatizado que trabaja a sus órdenes. Se introdujo en Odontología en 1971, siendo al principio más experimental y teórico, que clínico, y siempre enfocado al ámbito de la prótesis fija. En 1979, Heitlinger y Rodder, y luego Mörmann y Brandestini, en 1980, empezaron a trabajar en este campo y durante esta década aparecieron diferentes sistemas como los de Duret®, el sistema Minnesota® y el sistema CEREC®.⁽³¹⁾

En 1993 surge en Suecia de la mano de la casa Nobel Biocare®, el sistema Procera®, hoy por hoy, el ejemplo por antonomasia de los métodos mecanizados de confección de restauraciones.⁽³²⁾

Debido al éxito de los sistemas y la introducción de nuevos materiales desarrollados específicamente para el uso dental, han motivado que la tecnología de restauraciones computerizadas haya evolucionado rapidísimamente durante los últimos años. Han llegado a existir más de 50 sistemas CAD/CAM diferentes.⁽³³⁾ Algunos

fueron superados por los nuevos y desaparecieron, otros han evolucionado con los adelantos tecnológicos y encontrándose actualmente en el mercado, pero todos ellos se someten a continuos cambios.⁽³⁴⁾

En los últimos años, el uso de estos sistemas se ha extendido desde el campo de la prótesis a otras disciplinas, como la ortodoncia o la cirugía. El mejor ejemplo, son los sistemas de cirugía guiada, que nos permiten optimizar la posición de los implantes, reduciendo la agresividad de las intervenciones. Estos sistemas permiten transferir una planificación implantológica realizada sobre el procesado de los archivos radiológicos DICOM, hasta convertir dicha planificación en una férula fresada o estereolitográfica, capaz de guiarnos intraoralmente durante la cirugía^(35, 36) SimPlant® (Materialise/Medical), NobelGuide® (Nobel Biocare AB, Goteborg, Suecia), Facilitate® (Astra Tech Dental), Navigator® (BIOMET 3i), son algunos de ellos.

1.2.1.- COMPONENTES DE LA TECNOLOGÍA CAD/CAM.

Los sistemas controlados por ordenador que se conocen en la actualidad suelen diferenciarse, fundamentalmente, según el tipo de recogida de datos tridimensionales de los dientes pilares. Por el contrario, la fabricación automatizada (CAM) de las piezas de material cerámico, plástico o metálico es muy parecida en todos los métodos y consiste esencialmente en una máquina de control numérico (CNC) con dispositivos específicos para el material de fresado o tallado, que son móviles en varios ejes. Por tanto, un sistema CAD/CAM tradicional puede escanear la preparación de forma óptica o mecánica, mediante el uso de un escáner intra o extraoral y diseñar a continuación la restauración, enviando las instrucciones precisas a una fresadora para que fabrique la prótesis.^(37, 38)

Un sistema CAD/CAM consta de las siguientes fases de procesado:

1.- Fase de digitalización de los datos: Según el sistema, la fuente puede ser:

- El muñón en boca.
- El muñón en el modelo.
- El encerado de la estructura protésica.
- Modelo completo de la boca del paciente.

Además, esta digitalización puede ser de diferentes tipos:

- Mecánica o táctil, por contacto directo, como el sistema Procera®.
- Óptica: mediante una cámara intraoral, o bien mediante escáneres de uso extraoral, sobre los modelos de yeso obtenidos a partir de impresiones de manera convencional. Los escáneres ópticos de uso extraoral, pueden ser de mecanismos diversos (láser, estéreo fotogrametría, luz blanca estructurada, etc.).

En cuanto a los métodos de digitalización, los medios ópticos permiten el escaneado del objeto sin contactar con el mismo, por lo que presenta una ventaja cuando el objeto es blando o frágil. No obstante las propiedades ópticas del objeto y las condiciones de luz en el que se encuentre, podrían influir en la exactitud de los datos obtenidos en el escaneado.

De la precisión y fiabilidad de los datos que se obtengan en el escaneado del modelo, radica una gran parte del éxito del resultado final.⁽³⁹⁾

2.- Fase de diseño por ordenador (CAD): Mediante un software, específico de cada sistema, se diseña la cofia de la estructura protésica o bien la restauración final.

Del desarrollo específico del software de cada sistema y de la adecuación del hardware oportuno para cada uno de ellos dependen, directamente, las posibilidades

terapéuticas de cada máquina, así como elementos informáticos que faciliten la futura adaptación de la prótesis, como por ejemplo, articuladores virtuales. ⁽⁴⁰⁻⁴²⁾

3.- Fase de prototipado (CAM):

La fase CAM, es un proceso de prototipado rápido de un diseño previo, realizado por ordenador. En la actualidad podemos clasificar las técnicas en dos grandes grupos: técnicas aditivas y técnicas sustractivas.

Las *técnicas adictivas* son aquellas en las que el material se va añadiendo poco a poco, hasta formar la estructura final diseñada. Dentro de este grupo han aparecido diferentes opciones: ⁽⁴³⁾

- 1.- Deposición de material fundido: Un cabezal de impresión va depositando material fundido, ya sea plástico o metal, en forma de filamento. La pieza se produce por la superposición de capas del material que endurece nada más ser depositado.
- 2.- Agregación de material granular: Se va fundiendo de forma selectiva, capa a capa, un sustrato de material que está en forma granular. Al fundirse las partículas quedan unidas. Este tipo comprende la sinterización láser, que puede ser de metales o plásticos, la fundición por haz de electrones y la impresión por inyección de material aglutinante.
- 3.- Fotopolimerización: En una batea de resina líquida fotopolimerizable incide de forma selectiva una luz ultravioleta que va polimerizando capas de forma secuencial hasta formar la pieza final. A este tipo de impresión 3D se denomina estereolitografía.

En las *técnicas sustractivas*, como su nombre indica, se elimina material de un bloque mediante fresas o láser para obtener la estructura final.

Dicho proceso de fresado (CAM), es llevado a cabo por máquinas de control numérico que presentan diferentes ejes de tallado, en función de la posibilidad de

movimientos espaciales que realiza. A mayor número de ejes los resultados de precisión y tiempo empleado son mas satisfactorios.

Esta técnica es la más extendida, y es variable según los distintos sistemas y los diferentes materiales a emplear. Del mismo modo, la transmisión de la información obtenida en los pasos anteriores se puede realizar de varias maneras, en función de la localización de cada uno de los componentes de cada sistema. Algunos sistemas tienen centros de fresado exclusivo, como es el caso de Procera® de la casa Nobel Biocare® o el sistema Etkon®, donde se envían los archivos por e-mail.⁽⁴⁴⁾ Otros sistemas, como Lava® o Cercon®, tienen Centros de Escaneado, a los que el laboratorio dental convencional puede recurrir para la digitalización de sus modelos, o bien Centros de Escaneado y Fresado, en los cuales se procede a la realización de todos los pasos de los que se compone el proceso CAD/CAM, remitiendo las estructuras al laboratorio convencional para la terminación de las restauraciones como el caso del centro de fresado de PHIBO®.

En el caso de las restauraciones totalmente cerámicas, se puede realizar el fresado desde un bloque presinterizado, totalmente sinterizado, o de prensado isostático de cerámica en frio, normalmente desarrollados en exclusividad para cada uno de los sistemas existentes.^(45, 46) El uso de bloques presinterizados conlleva un menor desgaste de las fresas del sistema, así como un menor tiempo de fresado, pero se precisará un horno específico para su cocción posterior. Es el método más popular entre la gran mayoría de los sistemas.^(47, 48)

Además de cerámica, estos sistemas pueden mecanizar otros materiales como titanio, composite, resinas acrílicas y aleaciones metálicas como el cromo-cobalto.⁽⁴⁹⁻⁵¹⁾

1.2.2. VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL CAD/CAM

El desarrollo de técnicas controladas por ordenador para la odontología restauradora, tiene el objetivo de mejorar la calidad de los materiales y al mismo tiempo disminuir los costes de producción, al simplificar el método y reducir el tiempo empleado. No obstante, el uso de la tecnología informática sólo es justificable con la condición de que se puedan mejorar o, como mínimo, alcanzar las características reconocidas de calidad clínica y de materiales de las reconstrucciones odontológicas tradicionales.⁽⁵²⁾

Los sistemas CAD/CAM ofrecen múltiples **ventajas**.⁽⁵³⁾

- Permiten elaborar restauraciones dentales con materiales de primera calidad, que no son alterados durante la manipulación. El proceso automatizado supone un ahorro de tiempo.
- Se produce un ahorro de costes.
- Permite técnicas mínimamente invasivas, pudiendo, en algunos casos, evitar la toma de impresiones con elastómeros. Además, la supresión de algunas fases de las técnicas de laboratorio convencionales, aumentan la precisión de las restauraciones al evitar errores derivados de los materiales.
- Las restauraciones requieren menos correcciones en boca.

No obstante, entre los **inconvenientes** de esta tecnología estarían:

- Altos costes iniciales, debido a la gran inversión requerida para su adquisición, bien por parte del sanitario o del laboratorio).
- Adecuado entrenamiento y aprendizaje por parte del profesional y/o del técnico para manejar el sistema, y estar familiarizado con los aspectos clínicos y de laboratorio: la impresión óptica o el escaneado de los modelos, el software, el material, herramientas y maquinaria.

1.3.- IMPRESIONES DIGITALES

La introducción de los sistemas CAD-CAM en prótesis fue en origen “Chairside”, es decir, pensado para tomar una impresión digital intraoral y a su vez fabricar una corona en una mini fresadora “al lado de la silla del paciente”. Las dificultades que encontraron este tipo de sistemas en sus comienzos fueron tales, que esta tecnología quedó relegada al laboratorio durante 20 años, puesto que sólo había un sistema comercializado capaz de tomar impresiones digitales intraorales: CEREC®⁽⁵⁴⁾

Tras muchos años de procedimientos artesanales en la preparación, diseño y confección de prótesis dentales, en la actualidad se está produciendo una transformación hacia el mundo de las nuevas tecnologías. Se está trabajando en la aplicación del “flujo digital” directamente en la boca del paciente con el uso de las nuevas generaciones de escáneres intraorales.⁽⁵⁵⁾

Los escáneres intraorales se basan en diferentes tecnologías, pero tienen un mismo objetivo, digitalizar las preparaciones dentarias, creando un modelo tridimensional virtual. Para ello utilizan cámaras que captan imágenes y que se procesan mediante un software, para obtener el modelo final.⁽⁵⁶⁾ El archivo generado por los escáneres se denomina STL, y se trata de una nube de puntos unidos por diferentes triángulos.

Las principales *ventajas* de las impresiones digitales, son la comodidad para el paciente, ya que desaparecen las náuseas, que pueden producirse en la toma de impresiones con pastas, y son técnicas más rápidas. Además, el operador obtiene un feedback inmediato, y puede analizar la preparación desde diferentes ángulos y con una gran magnificación. Esto facilita la resolución de los diferentes fallos que puedan tener los tallados.^(5, 57-59) Además es un proceso limpio, que elimina los errores inherentes a las técnicas de impresión convencional y vaciado. Estos modelos no ocupan espacio y hacen que la comunicación con el laboratorio sea más fluida.^(60, 61)

INTRODUCCIÓN

Los *inconvenientes* más destacados son la ligera curva de aprendizaje que tienen todos los escáneres, la aplicación de polvo matificador en alguno de ellos, el precio inicial del Hardware y ciertas limitaciones en las indicaciones y en los tallados, ya que las líneas de terminación deben situarse a nivel yuxtagingival o ligeramente subgingival.⁽⁶²⁾

En la actualidad existen diferentes escáneres digitales intraorales, que se dividen en dos grandes grupos: directos (*in office*) e indirectos (*out office*). Los primeros serían aquellos que permiten no sólo escanear en boca, sino también diseñar y fabricar la restauración en la consulta, como son los sistemas CEREC AC[®] (Sirona Dental Systems), el E4D[®] (D4D Technologies) y el sistema de Casestream[®]. Todos los demás pertenecen al segundo grupo, en el que se manda el modelo virtual al laboratorio para que diseñe y confeccione la restauración.⁽⁶³⁾

Los sistemas de impresión digital intraoral disponibles en la actualidad son el sistema CEREC[®], el Apolo Di[®], E4Dentist, iTero, 3M[™] True Definition, 3D Progress, CS3500, Lythos[™] y TRIOS[®].

1.3.1.- CEREC[®]

El primero en aparecer en la década de los 80, siendo el sistema que sentó las bases para el futuro desarrollo de los demás escáneres. Mörmann y Brandestini pretendían conseguir restauraciones cerámicas, estéticas, económicas y elaboradas “al lado del sillón dental”.⁽⁶⁴⁾

CEREC es el acrónimo de **C**hairside **E**conomical **R**estoration **E**sthetic **C**eramics, este sistema se asocia a una fresadora en la clínica para generar las restauraciones en una sola cita. Los escáneres tienen un software instalado que permite al dentista diseñar las restauraciones siguiendo unos pasos sencillos, ayudados por diferentes herramientas.

Este sistema ha evolucionado mucho a lo largo de las últimas décadas. Sirona desde 2010 apostó por la nueva generación de CEREC, que se constituye con 3 escáneres intraorales, un Software específico (CEREC Connect) y un portal de intercambio de archivos (Sirona Conect).

1.3.1.1.- CEREC AC Bluecam®.

Se trata de una unidad de captación formada por un carrito que tiene una pantalla con teclado, ratón y una cámara de captación con luz azul. (Fig 1.2) Se basa en una tecnología de fotografías automáticas. La principal ventaja es la alta precisión (de hasta 19 micras) en la captura rápida de imágenes en color.⁽⁶⁵⁾



Fig. 1.2.- Escáner y punta captadora.

1.3.1.2.- CEREC AC Omnicam®

El hardware es igual al anterior pero cambia la cámara. La Omnicam está optimizada para el escaneo automático en color sin usar spray, reduciendo la curva de aprendizaje, puesto que las impresiones son cómodas y rápidas. El captador es ligero y ergonómico, tiene un cabezal pequeño y un cuerpo redondeado que se adapta a los giros del escaneado. (Fig 1.3)

La tecnología es de video con colores naturales, lo que facilita la comunicación con el laboratorio y con el paciente.



Fig. 1.3.- Escáner y punta captadora.

1.3.2.- APOLLO DI®

Es la tercera opción de Sirona, se trata de un carrito con pantalla táctil y una cámara intraoral. Es un sistema abierto e indirecto, es decir, los datos se exportan al laboratorio para generar el diseño y la fabricación de la restauración final. La cámara es pequeña y ligera, dando lugar a escaneos sencillos. Se basa en tecnología de video. (Fig 1.4)

La principal ventaja es su precio, puesto que es el escáner con mejor coste-efectivo del mercado para las impresiones digitales.⁽⁶⁶⁾



Fig. 1.4.- Escáner y punta captadora.

1.3.3.- E4Dentist

Se introdujo a principios del 2008 y consta de una unidad de impresión digital y de fresado, al igual que CEREC.

Se trata de un carrito con pantalla táctil y una cámara captadora. (Fig 1.5) El centro de fresado está separado y se comunica con el escáner mediante un servidor y un router.

La cámara toma fotografías en color y el Software ICEverything generara el modelo en 3D. Este software tiene diferentes herramientas que facilita el diseño de la restauración, como por ejemplo la detección automática de la línea de terminación.

Las ventajas son que no requiere polvo para escanear impresiones o la preparación dental y la facilidad del uso del software de diseño de restauraciones.⁽⁶⁷⁾



Fig. 1.5.- Escáner E4Dentist.

1.3.4.- iTERO

Fue introducido a principios de 2007 comercializado por Cadent. Está basado en la teoría del “parallel confocal”, como los microscopios confocales, que presentan ventajas con respecto a otros microscopios ya que rechazan la información desenfocada y tiene la habilidad de controlar la profundidad de campo. ⁽⁵⁵⁾

Se trata de un carrito con pantalla, teclado, ratón y un captador con puntas intercambiables de un solo uso. (Fig 1.5)

Las ventajas del sistema son que no necesita polvo para que refleje la luz, es capaz de registrar todas las estructuras orales, y que la secuencia de escaneado está dirigida por el ordenador, dando tiempo para secar la preparación si es necesario.

Después de haber terminado todos los escaneos (como mínimo 21) aparece el modelo digital en el monitor, esto junto a la orden de laboratorio se envía por internet. ⁽⁶⁸⁾



Fig. 1.5.- Escáner iTero.

1.3.5.- 3M™ True Definition

Apareció en el mercado en el año 2013, comercializado por 3M™. Se basa en una tecnología de muestreo activo (óptico) mediante frentes de onda AWS (“Active Wavefront Sampling”) que permite una técnica de 3D en movimiento. Captura 20 imágenes 3D por segundo con una velocidad de vídeo, creando un modelo tridimensional muy preciso a tiempo real.^(56, 67)

El True Definition consiste en un carro móvil que contiene un ordenador, una pantalla táctil, y un captador que acaba en un pequeño cabezal que contiene un complejo sistema de lentes. (Fig 1.6)⁽⁶⁹⁾

Es necesaria la aplicación de polvo de dióxido de titanio para escanear la superficie. La capa de polvo tiene que ser ligera, a diferencia del sistema CEREC en el que la capa tiene que cubrir toda la superficie.

Una vez tomada la impresión se envía el archivo al laboratorio que junto a un software complementario realiza el diseño y la fabricación de la restauración.⁽⁷⁰⁾



Fig. 1.6.- Escáner y punta captadora.

Este sistema es la evolución del escáner denominado Lava C.O.S[®] “Lava Chairside Oral Scanner” que se lanzó al mercado en el año 2008. Actualmente este escáner ya no se encuentra disponible debido a la mejora conseguida con el True Definition.. El cambio se centró sobretodo en la cámara, puesto que en la actualidad es más compacta y ligera, permitiendo escanear en diferentes posiciones.

1.3.6.- 3D Progress

Se ha comercializado el mismo Hardware con diferentes nombres: Zfx Intrascan, Cirtina 1, Inteligenta o IMES iCore.

La idea del sistema es que sea lo más portátil posible, con un Hardware ligero que se adapte a cualquier ordenador. Se basa en un tecnología de laser confocal paralela en 3D, con una distancia de trabajo es 18mm. Es capaz de tomar 18 imágenes por segundo, sin usar ningún polvo auxiliar. (Fig 1.7)

Sus principales ventajas son la portabilidad y la sencillez a la hora de manejar los datos y los archivos STL, puesto que es un sistema abierto.⁽⁷¹⁾



Fig. 1.7.- Escáner y punta captadora.

1.3.7.- CS3500®

Se trata de un escáner intraoral de reciente aparición comercializado por Carestream, cuya filosofía es la alta precisión (30μ) de forma portátil.

Consta de un mango que se adapta a un ordenador con el software instalado. Se basa en la captura de imágenes 3D en color, sin la necesidad de utilizar polvo. Es cómodo para el paciente, puesto que presenta diferentes tamaños del cabezal. (Fig 1.8)

Como novedad incluye un sistema de iluminación con 4 LEDs que guía al odontólogo durante el escaneado. La luz es verde cuando es correcto el escaneado y cambia a amarillo si hay que repetirlo. De esta manera, se puede mirar directamente a la zona a escanear y no a la pantalla, como el resto de escáneres.⁽⁷²⁾

Existe la posibilidad de ser un sistema directo, es decir diseñar y fresar las estructuras en la clínica mediante el Software CS Restore y la fresadora CS3000, o ser un sistema indirecto.



Fig. 1.8.- Punta captadora.

1.3.8.- LYTHOS™

Se trata de un sistema de impresión digital, desarrollado y distribuido por Ormco™, enfocado al diagnóstico, planificación y tratamiento ortodóncico.

Se trata de un dispositivo compacto con una pantalla táctil desplegable y una cámara de captación. (Fig 1.9.) El dispositivo intraoral es ligero y capta imágenes en blanco y negro, generando el modelo tridimensional.⁽⁷³⁾



Fig. 1.9.- Escáner Lythos

1.3.9.- TRIOS®

El escáner intraoral TRIOS® fue desarrollado por 3Shape, y presentado en la IDS (International Dental Show) de 2011. Se comenzó a comercializar en España a finales de ese mismo año por las empresas PHIBO y AVINENT, con el mismo hardware para ambas, pero con pequeños cambios en el Software.

Se basa en la tecnología Ultrafast Optical Sectioning™ de 3Shape que captura más de 3000 imágenes 2D por segundo, siendo 100 veces más rápida que las cámaras de vídeo convencionales. Esta tecnología exclusiva se basa en la teoría del “parallel confocal imaging”(Fig 1.10), es decir la producción de imágenes por microscopía confocal paralela, asociada a la proyección de luz estructurada. El escáner emite un haz de luz laser roja, y cualquier superficie a una cierta distancia reflejará la luz de nuevo al tubo, el dispositivo elimina las imágenes desenfocadas y las imágenes adecuadas se convierten en datos digitales. Después, el software combina miles de imágenes en 3D para crear la impresión digital 3D final, basándose en datos reales y no en superficies artificiales interpoladas, como ocurre en otros escáneres similares.^(74, 75)

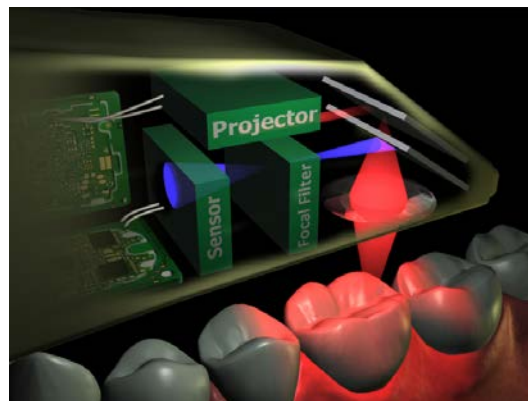


Fig. 1.10.- Tecnología Parallel Confocal

La velocidad es una de sus ventajas, puesto que tarda aproximadamente 25 segundos en escanear una hemiarcada sin aplicar ningún polvo, así como la libertad de movimientos, ya que no es necesario mantener distancias o angulaciones.

TRIOS® consiste en un carro móvil con un diseño sencillo que contiene un ordenador, una pantalla táctil y un mango escáner ergonómico en forma de pistola para obtener la máxima estabilidad durante el escaneado. Su peso es de 590 gr y presenta

puntas intercambiables y autoclavables para asegurar la máxima higiene. La pistola se apoya sobre una superficie que mantiene caliente la punta para evitar el vaho al introducirlo en la boca. (Fig. 1.11)

El carrito se conecta vía WIFI o vía Modem a internet para enviar los casos al laboratorio, además tiene una batería recargable para poder mover el carro de una sala a otra sin tener que apagarlo.



Fig. 1.11 Escáner TRIOS®

INTRODUCCIÓN

En cuanto al software, es sencillo y muy intuitivo. Lo primero es rellenar el formulario del laboratorio, indicando los dientes pilares, los pónicos o los implantes. Hay que indicar también el tipo de restauración y el material en el que se va a realizar. Desde esta primera página, se accede a la herramienta de color, donde se indica el color y las caracterizaciones necesarias.

Una vez todos los campos están correctos, se activan la páginas de escaneado, una para la arcada superior, otra para la inferior y otra para la oclusión. Si el caso tiene implantes, se activa una cuarta ventana para escanear los Scanbodies. Durante el escaneado, el modelo tridimensional va apareciendo en la pantalla según se va moviendo la punta lectora por la boca. Una ventana auxiliar muestra la zona real que está enfocando el escáner, para facilitar la orientación al operador.

La impresión digital se puede ver, rotar y examinar en cualquier momento, además de borrar zonas y reescanear. Cuando todas las ventanas están completas y las zonas de interés marcadas en alta definición, se activan las herramientas de procesado.

El modelo virtual se puede analizar con diferentes herramientas, como el marcador de la línea de margen, el analizador de espacio protésico o las herramientas de corte. Después de procesar las imágenes, el pedido puede ser enviado al laboratorio. Los STL que crea son abiertos y se pueden gestionar con diferentes software.

En cuanto al tipo de trabajos que se pueden realizar sobre dientes naturales, este sistema está indicado para coronas unitarias, incrustaciones, carillas y puentes de cuatro unidades. Sobre implantes, hasta el momento, se pueden realizar trabajos de coronas cementadas hasta seis unidades, y en coronas atornilladas, hasta cuatro unidades. En cuanto al material, se pueden realizar en PMMA, disilicato de litio, metal y circonio.⁽⁷⁶⁾

En 2013 se lanzó al mercado la evolución de TRIOS[®], aportando mejoras como el escaneado en color, que facilita la localización de los márgenes, o la opción portátil del escáner.(Fig. 1.12). Esta opción se trata de la misma pistola, que tiene incorporado el calentador en la punta, pero que se adapta a un ordenador, ofreciendo alta portabilidad. Además esta evolución es un 30% más rápido que la primera versión.



Fig. 1.12.- Escáner TRIOS POD[®]

CUADRO COMPARATIVO DE LOS PRINCIPALES ESCÁNERES INTRAORALES

ESCÁNER	CASA COMERCIAL	DIRECTO O INDIRECTO	TECNOLOGÍA	TIPO DE LUZ	PESO CABEZAL	HARDWARE	POLVO	ABIERTO O CERRADO	INDICACIONES
CEREC BlueCam	Sirona	Directo	Fotografía	Azul	260 gr	Carrito + Pantalla+ Teclado + Captador	Si	Cerrado	Restauradora
E4D	E4D Dental Technologies	Directo	Fotografía	Rojo	-	Carrito + Pantalla+ Teclado + Captador	No	Cerrado	Restauradora
Lava COS	3M Espe	Indirecto	Video (AWS)	Azul	390 gr	Carrito + Pantalla táctil + Captador	Si	Abierto	Restauradora y ortodoncia
True Definition	3M Espe	Indirecto	Video (AWS)	Azul	200 gr	Carrito + Pantalla táctil + Captador	Si	Abierto	Restauradora y ortodoncia
3D Progress	Medical High Technologies	Indirecto	Fotografía	Roja	700 gr	Cabezal adaptado a PC	No	Abierto	Restauradora

iTero	Cadent	Indirecto	Fotografía	Roja	997 gr	Carrito + Teclado + Pantalla + Captador	No	Cerrado	Restauradora y Ortodoncia
TRIOS	3 Shape	Indirecto	Fotografías rápidas.	Roja	590 gr	Carrito + Pantalla táctil + Captador	No	Cerrado	Restauradora
TRIOS POD	3 Shape	Indirecto	Fotografías rápidas en color.	Roja	590 gr	Captador adaptado a PC	No	Cerrado	Restauradora
Carestream	Carestream	Directo	Fotografías en color.	4 colores LED	295 gr	Captador adaptado a PC	No	Abierto	Restauradora y Ortodoncia
Lythos	ORMCO	Indirecto	Fotografías	Rojo	320 gr	Dispositivo compacto + captador	No	Cerrado	Ortodoncia
Apollo	Sirona	Indirecto	Video	Azul	100 gr	Carrito + pantalla táctil + captador	Si	Abierto	Restauradora
CEREC OmniCam	Sirona	Directo	Video en color	Azul	295 gr	Carrito + Pantalla táctil + Captador	No	Cerrado	Restauradora

1.4.- CERÁMICAS EN ODONTOLOGÍA

1.4.1. CONCEPTO

El término “cerámica” se define como material de naturaleza inorgánica, de origen mineral, que se modela a temperatura ambiente y cuya forma se fija con calor.^(77, 78)

Con frecuencia, en la práctica diaria, se usan indistintamente los términos cerámica y porcelana, aunque esta última hace referencia a las cerámicas de alta calidad, menos porosas, más duras y rígidas, y con excelente aspecto y cualidades superficiales.

Etimológicamente cerámica proviene del griego “keramos” cuyo significado es material quemado. Así cerámica es el “Arte de fabricar vasijas y otros objetos de barro, loza y porcelana, de todas clases y calidades”. Sin embargo, porcelana proviene del italiano, “porcellana”, se refiere a esa especie de loza fina, transparente, clara, creado en China e imitado en Europa.⁽⁷⁹⁾

Es importante tener en cuenta, que es necesaria una constante revisión y actualización del tema ya que son materiales que están en continua evolución.

Las cerámicas dentales deben reunir las siguientes características:⁽⁸⁰⁻⁸²⁾ biocompatibilidad, estabilidad cerámica, baja conductividad térmica, resistencia a la degradación en la cavidad oral y a la abrasión, y una estética similar al diente natural, además de unas propiedades ópticas excelentes, esto es, translucidez y transmisión de la luz. No obstante, su naturaleza frágil supone una limitación para el uso de estos materiales. Para que las cerámicas se puedan utilizar en la fabricación de restauraciones dentales son necesarias otras propiedades como baja temperatura de fusión, alta viscosidad y resistencia a la desvitrificación.⁽⁷⁷⁾

Los inconvenientes que clásicamente se han atribuido a las restauraciones completamente cerámicas, derivadas de su fragilidad, actualmente están en discusión⁽⁸²⁾ debido a la incorporación en el mercado de las cerámicas de nueva generación.

Con el fin de unificar criterios y mejorar la comunicación entre los diferentes profesionales, clásicamente se han clasificado los sistemas cerámicos en función de dos

criterios: composición química y técnica de confección. Pero además, existen otras posibles clasificaciones en función de la temperatura de sinterización y de las características estructurales.

1.4.2.- CLASIFICACIÓN

Las cerámicas dentales se agrupan y clasifican mediante tres criterios distintos:

- Por su temperatura de sinterización
- Por su composición química
- Por su técnica de confección

1.4.2.1.- SEGÚN LA TEMPERATURA DE SINTERIZACIÓN

El sinterizado es el procedimiento por el cual el polvo de la cerámica, previamente compactados y sometidos tanto a presión como a alta temperatura, queda unido superficialmente, pasando a un estado sólido. Esta temperatura a la que se somete a los polvos cerámicos siempre será inferior a la temperatura de fusión, y nos sirve para clasificar las cerámicas en cuatro grupos: ^(3, 79, 83)

- Alta sinterización; por encima de 1300°C
- Media sinterización: entre 1050°C y 1300°C
- Baja sinterización: entre 850°C y 1050°C
- Muy baja sinterización: por debajo de 850°C

Las cerámicas de *alta sinterización* solían limitarse a aquellas empleadas para la fabricación de dientes artificiales, brackets estéticos, pernos o bloques cerámicos para tecnología CAD/CAM. Actualmente con la introducción de los nuevos sistemas de circonia, se emplea en el laboratorio dental para procesar las estructuras internas de las prótesis totalmente cerámicas. Hay que destacar que las cerámicas de alta sinterización sufren un gran cambio dimensional al enfriarse, mayor cuanto más alta es la

temperatura. Sin embargo, una vez procesadas, son las más estables y las que poseen mejores propiedades mecánicas.^(84, 85)

Las de *media y baja sinterización* son propias del laboratorio dental. Se usan como recubrimiento de prótesis ceramometálicas y totalmente cerámicas. Es importante que esta temperatura sea inferior a la temperatura de procesamiento del núcleo que la sustenta para que éste no se deforme. La disminución de la temperatura acarrea una serie de ventajas como la reducción de los cambios dimensionales térmicos, facilitar el uso combinado con otros materiales que no toleran altas temperaturas sin modificar su estructura (por ejemplo el Ti), el glaseado de cerámicas de recubrimiento así, como la consiguiente reducción de gasto energético, por lo que actualmente existen cerámicas de *muy baja sinterización* (inferior a 850°C).^(1, 79, 86, 87)

Algunos autores incluyen las llamadas *cerámicas a temperatura ambiente*, se denominan así porque permiten trabajar en clínica directamente sin necesidad de los procesos de laboratorio dental. Vienen “listas para usarse” y eventualmente el clínico tiene necesidad de retocarlas (brackets, pernos, instrumentos,...).⁽⁸⁶⁾

1.4.2.2.- CLASIFICACIÓN SEGÚN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA

La composición química de las cerámicas tiene especial importancia, pues de ella derivan las principales características de cada material como la flexión, translucidez, etc. Se dividen de esta forma en cuatro grandes grupos:^(1, 79)

- Cerámicas feldespáticas: Convencionales y de alta resistencia
- Cerámicas aluminosas: Convencionales y de alta resistencia
- Vitrocerámicas
- Cerámicas circoniosas

1.4.2.1.1.- CERÁMICAS FELDESPÁTICAS

Las primeras porcelanas dentales tenían la misma composición que las utilizadas en la elaboración de piezas artísticas. Contenían exclusivamente los tres elementos básicos: feldespato (15-30%), cuarzo (15-30%) y caolín (40-70%). El exceso de caolín las hacía muy opacas. Con el paso del tiempo, la composición de estas porcelanas se fue modificando, incrementando el porcentaje de feldespato y disminuyendo la proporción de caolín, haciéndolas más estéticas al aumentar su translucidez.^(1, 79, 86) Dentro de este grupo, encontramos dos subgrupos:

a) Cerámicas feldespáticas convencionales:

Las actuales cerámicas feldespáticas, constan de un magma de feldespato (60-90%) en el que están dispersas partículas de cuarzo (44- 66% SiO₂) y, en mucha menor medida, caolín (11-17% AlO₃). Al tratarse básicamente de vidrios poseen unas excelentes propiedades ópticas que nos permiten conseguir unos buenos resultados estéticos, pero al mismo tiempo son frágiles y, por lo tanto, no se pueden usar en prótesis fija si no se «apoyan» sobre una estructura. Por este motivo, estas porcelanas se utilizan principalmente para el recubrimiento de estructuras metálicas o cerámicas.^(1, 88)

b) Cerámicas feldespáticas de alta resistencia:

Presentan una composición muy similar a las anteriormente descritas pero incorporan una serie de sustancias para incrementar su resistencia mecánica (100-300MPa), y así poder usarlas en restauraciones libres de metal.^(1, 79, 86, 89, 90)

Dentro de este grupo las más características son:

- IPS Empress I[®] (Ivoclar), OptecHSP[®] (Jeneric), FinesseAllCeramic[®] (Dentsply), Fortress[®] (MyronInt): La resistencia de esta cerámica se obtiene por la incorporación de leucita en la fase vítrea. Las partículas de leucita refuerzan la cerámica porque al enfriarse sufren una reducción volumétrica porcentual mayor que el vidrio circundante. Esta diferencia de volumen genera unas tensiones residuales que son las responsables de contrarrestar la propagación de grietas.^(1, 91, 92)

- IPS Empress II[®] (Ivoclar): Este sistema incorpora disilicato de litio y ortofosfato de litio, que aumentan la resistencia a la fractura, pero también aumentan su opacidad, por lo que esta cerámica es empleada como núcleo de restauraciones y recubierta por otra cerámica feldespática convencional para conseguir una estética adecuada. ^(1, 79, 93-95)
- IPS e.max[®] (Ivoclar): Es el sistema de disilicato de litio más utilizado en la actualidad. Presentan pastillas con 5 niveles de translucidez y pastillas policromáticas (e.max Press Multi). Este sistemas se puede usar para la realización de núcleos cerámicos así como restauraciones monolíticas.
- Mirage II[®] Fiber (MyronInt): Al igual que la anterior, usada únicamente para la confección de núcleos. Su resistencia la aportan fibras de óxido de circonio dispersas en la porcelana. ^(1, 96)

1.4.2.1.2.- CERÁMICAS ALUMINOSAS

En 1965, McLean & Hughes, con el fin de hacer cerámicas dentales más resistentes, modificaron la composición de las porcelanas feldespáticas incorporando cantidades importantes de óxido de aluminio y reduciendo la proporción de cuarzo. ⁽⁹⁷⁾ El resultado fue un material con una microestructura mixta en la que la alúmina, permanece en suspensión en la matriz, impidiendo la propagación de grietas. Sin embargo, pronto observaron que este incremento de óxido de aluminio provoca en la porcelana una disminución notable de la translucidez, obligando a realizar tallados más agresivos. Si la proporción de alúmina supera el 50%, el aumento de la opacidad es tal, que indica su uso exclusivamente en núcleos internos que necesitan ser recubiertos por otras cerámicas para alcanzar una estética adecuada^(1, 3) Por este motivo, dentro de las porcelanas aluminosas se distinguen 2 grupos:

a) Cerámicas aluminosas convencionales:

Presentan un contenido de alúmina entre el 20 y el 40%. Son usadas básicamente como recubrimiento de núcleos aluminosos de alta resistencia.^(79, 86, 98)

Durante los últimos años se han desarrollado cerámicas aluminosas especiales para recubrir estructuras confeccionadas con circonia. Presentan un coeficiente de expansión térmica más alto que las anteriores, adaptado al del óxido de circonio.^(1, 3, 99) Destacan entre ellas: Cercon® Ceram S (DeguDent), Lava™ Ceram (3MEspe), Veneering Ceramic D® (Vita), VM9®(Vita).

b) Cerámicas aluminosas de alta resistencia:

En su composición presentan entre un 60 y un 99% de alúmina. Poseen una resistencia mecánica entre los 300 y los 700 MPa, por este motivo además de emplearse para núcleos de coronas también pueden emplearse para la confección de puentes.⁽¹⁰⁰⁻

¹⁰²⁾ Los sistemas más destacados son:

- InCeram® Alúmnica (Vita). Con un 85% de óxido de aluminio de grano fino, infiltrado con polvo de vidrio. Lo que lo hace muy resistente.^(1, 79, 102-104)
- InCeram® Spinell (Vita). Incorpora magnesio a la fórmula anterior. El óxido de magnesio (28%) junto con el óxido de aluminio (72%) forma un compuesto llamado espinela ($MgAl_2O_4$). La principal ventaja de este sistema es su excelente estética debido a que estos cristales son más translúcidos que los de alúmina. No obstante, estas cofias presentan un 25% menos de resistencia a la fractura que las anteriores. Por ello, está indicado solamente para núcleos de coronas en dientes anteriores.^(1, 105, 106)
- InCeram® Zirconia (Vita) Estructuras confeccionadas con un material compuesto de alúmina(67%) reforzada con circonia (33%) e infiltrado posteriormente con vidrio, lo que le confiere una elevada resistencia. El óxido de circonio aumenta significativamente la tenacidad y la tensión de la cerámica aluminosa por lo que se puede utilizar en puentes posteriores.⁽¹⁰⁷⁻¹¹⁰⁾
- Procera® AllCeram (NobelBiocare) Formada por un núcleo de óxido de aluminio al 99,9% densamente sinterizado a 1550°C, lo que compacta el material, haciendo desaparecer los espacios entre los cristales de alúmina y

confiriéndole una gran resistencia mecánica. Se utilizan fundamentalmente en coronas individuales anteriores y posteriores, y también en puentes anteriores y posteriores de tres unidades. ⁽¹¹¹⁻¹¹⁶⁾

1.4.2.1.3.- VITROCERÁMICAS

Estos grupos se caracterizan porque en su técnica de elaboración existe una fase inicial en la cual se obtiene un vidrio y una segunda en la que ese vidrio, tras un proceso térmico, pasa de ser una masa amorfa a organizarse en tetraedros de silicio. ^(3, 79, 86) Pertenecen a este grupo: Dicor® (Dentsply), Cerapearl® (Kyocera).

1.4.2.1.4.- CERÁMICAS CIRCONIOSAS

Es el grupo más novedoso dentro de las cerámicas. El circonio es englobado dentro del grupo de los metales en la tabla periódica y tiene unas características especiales en cuanto a resistencia y comportamiento óptico se refiere. Este grupo de cerámicas están compuestas por óxido de circonio altamente sinterizado (95%), estabilizado parcialmente con itrio (5%), que actualmente se está sustituyendo por el cerio. ⁽¹¹⁷⁾

El óxido de circonio también se conoce químicamente con el nombre de circonia o circona. ⁽¹⁾ Encontramos el ZrO_2 a temperatura ambiente en la fase monoclinica, siendo esta forma estable hasta los 1170°C, temperatura a partir de la que sufre una transformación alotrópica pasando a una fase tetragonal. Al enfriarse el material, la transformación es reversible a diferentes temperaturas. ⁽³⁾

La principal característica de la circonia es su elevada tenacidad, debido a que su microestructura es totalmente cristalina y además posee un mecanismo de refuerzo denominado “*transformación resistente*”. ^(115, 118) (Fig. 1.13) Este fenómeno fue descubierto por Garvie & cols. en 1975, ⁽¹¹⁵⁾ y consiste en que la circonia parcialmente estabilizada, ante una zona de alto estrés mecánico como es la punta de una grieta, sufre

INTRODUCCIÓN

una transformación de fase cristalina, ésta pasa de forma tetragonal a monoclinica, adquiriendo un mayor volumen. Durante este proceso la cerámica sufre un aumento de volumen de un 35%.^(119, 120) De este modo, se aumenta localmente la resistencia y se evita la propagación de la fractura. Esta propiedad le confiere una resistencia a la flexión entre 1000 y 1500 MPa, superando con un amplio margen al resto de porcelanas. Por este motivo a la circonia está especialmente indicada para la confección de puentes cerámicos tanto anteriores, como posteriores.⁽¹⁾

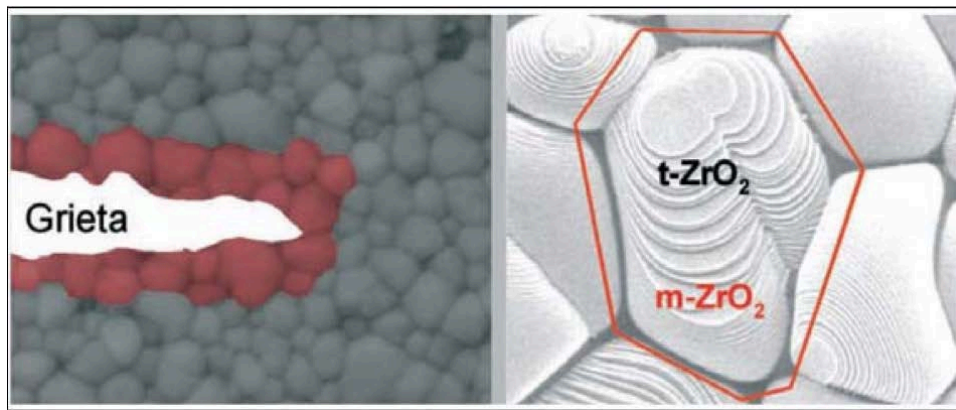


Figura 1.13.- Transformación resistente de la circonia (Martinez-Rus & Cols.)⁽¹⁾

Al no presentar fase vítrea, estas cerámicas son muy opacas, por lo que son empleadas sólo para las estructuras internas de las restauraciones,^(121, 122) aditamentos para implantes, o brackets estéticos.⁽¹²³⁾ En el caso de las restauraciones, estas cerámicas deben recubrirse posteriormente por cerámicas convencionales adaptadas al circonio.⁽¹²⁴⁻¹²⁶⁾

Los sistemas de cerámicas circoniosas se procesan mediante tecnología CAD/CAM y las más representativas son: IPS emax® ZirCAD (IvoclarVivadent), Lava™ All Ceramic (3M ESPE), Cercon® (Degussa), Nobel Procera® Zirconia (NobelBiocare), InCeram®YZ2000(Vita), DCZircon®(DCS), Denzir® (Dentronic).

1.4.2.3.- CLASIFICACIÓN SEGÚN LA TÉCNICA DE CONFECCIÓN

Siguiendo este criterio clasificamos a las cerámicas en tres grandes grupos:

- Técnica de condensación
- Técnica de sustitución a la cera perdida
- Técnica de procesado por ordenador

1.4.2.3.1.- TÉCNICA DE CONDENSACIÓN

Esta técnica engloba todas aquellas cerámicas que necesitan una condensación previa a la fase de cocción. La preparación se realiza añadiendo agua destilada o líquido aglomerante al polvo, obteniéndose una masa plástica a temperatura ambiente, a la que se le da la forma deseada antes de sinterizarla en el horno. Para la obtención de unos buenos resultados es necesario condensar muy bien el material, pudiendo hacerse de tres formas distintas: vibración, espátulado o pincelado. ^(1, 45)

La condensación se puede realizar de las siguientes formas:

a) Condensación sobre hoja de platino

Esta técnica fue introducida por Land en 1886. Pero fue en 1903, cuando se confeccionaron las primeras coronas totalmente cerámicas sobre una lámina de platino que recubría el muñón. Una vez cocida, se retiraba la hoja. ⁽¹⁰²⁾

McLean & cols., en 1976 modificaron esta técnica incorporando una doble hoja de platino. Sobre la segunda hoja se aplicaba un electrodeposición de estaño que al cocer la porcelana se oxidaba, consiguiendo una unión química entre la porcelana y la hoja de platino. Por lo tanto, la primera hoja de platino hacía de espaciador, ya que tras la cocción de la porcelana se eliminaba, y la segunda al quedar unida a la cerámica, actuaba como una fina cofia metálica que confería más resistencia a la restauración cerámica. ⁽¹²⁷⁾ Esta técnica más tarde se simplificó, utilizando una sola hoja de platino estañada. ⁽¹⁾

A este grupo pertenecen los sistemas DeckGold® (Degussa) y Renaissance® (Ivoclar), en ellos se condensa la porcelana sobre una lámina de oro paladio de 50-60µm de grosor. En la actualidad, estos sistemas se encuentran en desuso.

b) Condensación sobre cofias

Estas cerámicas son las que se utilizan para recubrir subestructuras metálicas o cerámicas, con el fin de conferir una mayor estética a las restauraciones. Son las feldespáticas o aluminosas convencionales. En este grupo se diferencian varios tipos de cerámica, no por su composición química, sino en variaciones en cuanto al color y a su temperatura de cocción, así tenemos: ⁽³⁾

- Las porcelanas opacas u opaquer para enmascarar el color del núcleo, también actúan como agentes químicos de unión.
- Las porcelanas de dentina, para construir la masa principal del diente.
- Las porcelanas de esmalte, que imitan la translucidez del diente natural.
- Las porcelanas correctoras, para pequeños retoques finales de las restauraciones.
- Las porcelanas de glaseado, que infieren el brillo final a la restauración.

c) Condensación sobre modelos refractarios

Esta técnica fue posible gracias al avance de los materiales de revestimiento, capaces de soportar las temperaturas necesarias para la sinterización cerámica sin sufrir ninguna alteración. Fue desarrollada por Vickery, Badinelli & Waltke en 1969. ⁽¹²⁸⁾ Se realiza tras el duplicado del modelo maestro de escayola, obteniendo un segundo modelo de trabajo sobre el que se condensa la cerámica. Una vez sinterizado se elimina el material refractario mediante chorreado, se coloca la prótesis en el modelo primario para los retoques finales necesarios. ^(79, 129)

Dentro de este grupo se encuentran: Fortress® (Myron Int) y Optec® HPS (Jeneric). Los sistemas MirageII® Fiber (Myron Int), InCeram® Alumina, Spinell y Zirconia (Vita) pueden elaborar su núcleo con este sistema. La familia InCeram® también se puede elaborar mediante tecnología CAD/CAM.

1.4.2.3.2.- TÉCNICA DE SUSTITUCIÓN A LA CERA PERDIDA

Estas técnicas están basadas en el clásico modelado de un patrón de cera que posteriormente se transformará, mediante técnicas de colado o de inyección por presión, en una cofia interna o una restauración completa de porcelana, tal y como clásicamente se efectúa con metal. ^(79, 130)

Podemos distinguir dos grupos:

a) Técnica de colado

En este grupo se encuentran las vitrocerámicas. Son materiales que se caracterizan porque inicialmente son vidrios y tras un tratamiento térmico sufren un cambio estructural, pasando de ser una masa amorfa a otra cristalina. A este proceso se le denomina *ceramización* o *cristalización* y va acompañado de una reducción del volumen, porque los cristales son más densos que el vidrio original. Se confecciona el patrón de cera (bien sea una subestructura o la restauración completa), se reviste en unos cilindros especiales y a continuación se calcina la cera. Seguidamente se calienta el material hasta su punto de fusión para realizar el colado mediante una centrífuga. Cuando se ha obtenido una copia del encerado original se vuelve a calentar para transformarse en cerámica gracias al proceso de cristalización. ^(1, 131) Las cerámicas más representativas de este grupo son Dicor® (Dentsply) y Cerapearl® (Kyocera).

b) Técnica de Inyección por presión

Al igual que en la anterior técnica, se calienta la cerámica hasta conseguir una consistencia fluida, pero se diferencia en que el paso del material al interior del cilindro se hace por inyección por presión. Este procedimiento aumenta la resistencia de la cerámica porque disminuye la microporosidad y proporciona una distribución más uniforme de los cristales en la matriz. ^(132, 133)

Destacan en este grupo: IPS Empress® I, II e IPS e.max® Press (IvoclarVivadent) y Finesse® All Ceramic (Dentsply). Estos sistemas pueden también confeccionar núcleos o restauraciones completas.

1.4.2.3.3.- TÉCNICA DE PROCESADO POR ORDENADOR

La mayoría de sistemas cerámicos actuales se pueden procesar mediante tecnología CAD/CAM (*Computer Aid Desing, Computer Aid Manufacturing*). Estas técnicas automatizadas tratan de evitar errores inherentes al procesado tradicional, conseguir restauraciones de alta precisión y ahorrar tiempo al eliminar fases en la confección de la prótesis.⁽¹³⁴⁾

Las fases, ventajas e inconvenientes quedaron expuestos en el apartado correspondiente.

Entre los sistemas cerámicos confeccionados mediante técnicas asistidas por ordenador, podemos encontrar: IPS e.max® CAD (Ivoclar), Lava™ All Ceramic System (3M ESPE), Celay® (Mikrona), Nobel Procera® Zirconia (Nobel Biocare), InCeram® YZ (Vita), DCZircon® (DCS), Cercon® (Dentsplay Degussa), DCS®(DCS), Everest® (Kavo), HintEls® (HintEls).⁽¹³⁵⁾

1.5.- AJUSTE MARGINAL EN PRÓTESIS FIJA

1.5.1.- CONCEPTO

Se define ajuste o sellado marginal en prótesis fija a “la exactitud con la que asienta una restauración de prótesis fija sobre una línea de terminación, previamente tallada en la porción cervical de la corona dentaria”^(136, 137)

Según Holmes & cols. el desajuste marginal puede ser medido en diferentes sitios, dando origen a varias discrepancias marginales según el lugar de medición. ⁽¹³⁸⁾ (Fig.1.14.)

- *Desajuste interno:* Es la mayor discrepancia existente entre la superficie interna de la restauración y la línea de terminación de la preparación, medida en la región interna y perpendicularmente a ambas superficies.
- *Desajuste externo o marginal.* Es la mayor distancia que existe entre la restauración y la línea de terminación, medida en la porción externa.
- *Desajuste marginal vertical.* Es el desajuste externo medido longitudinalmente al eje del diente.
- *Desajuste marginal horizontal.* Es el desajuste externo medido perpendicularmente al eje longitudinal del diente.
- *Desajuste sobreextendido.* Es la distancia que existe entre el margen de la restauración y el ángulo cavosuperficial del diente, medido perpendicularmente al eje longitudinal del diente, es decir la distancia que rebase la restauración a la línea de terminación.
- *Desajuste infraextendido.* Es la misma distancia que la anterior, pero en este caso es el diente el que sobrepasa la restauración.
- *Desajuste marginal absoluto o total:* Es la combinación angular del desajuste marginal vertical y el horizontal. Para Hung&cols. Es la distancia que hay entre el margen de la restauración y el ángulo cavosuperficial. ⁽¹³⁹⁾

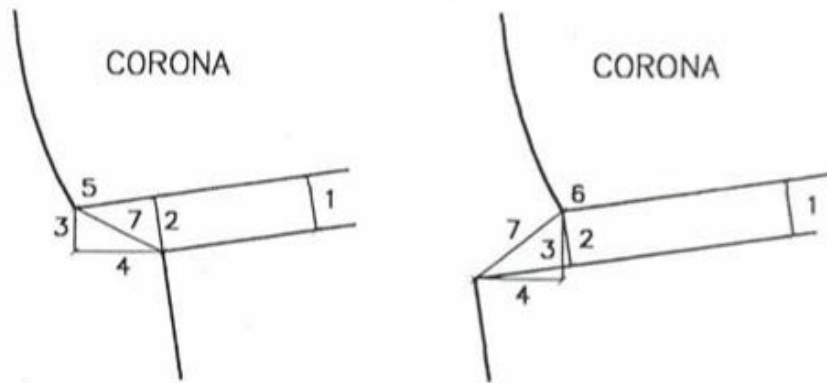


Fig. 1.14.- Desajuste marginal:

- 1.- Interno; 2.- Externo o marginal; 3.- Vertical; 4.- Horizontal
5.- Sobrecontorneado; 6.- Infracontorneado; 7.- Discrepancia Absoluta

1.5.2.- RELEVANCIA CLÍNICA

La falta de ajuste marginal en las restauraciones de prótesis fija es la responsable de una serie de alteraciones clínicas que conducirán al fracaso de las mismas. Un correcto ajuste marginal parece ser uno de los factores más importantes en el éxito a largo plazo en prótesis fija.⁽¹⁴⁰⁾ Los problemas derivados de los desajustes marginales se pueden dividir en: biológicos, mecánicos y estéticos.⁽¹⁴¹⁾

El origen de los **problemas biológicos** se basa en la acumulación de placa bacteriana alrededor del margen de la restauración, lo cual desencadenará caries y/o enfermedad periodontal.⁽¹⁴²⁾ Este acúmulo de placa se verá favorecido por una interfase restauración diente incorrecta, sea del tipo que sea, especialmente el sobrecontorneado de la restauración. Favoreciendo de igual forma la solubilidad del agente cementante. Una lesión cariosa del diente pilar puede desencadenar la fractura del mismo si el tejido destruido es elevado. Los problemas a nivel periodontal varían desde una gingivitis, recesiones gingivales, bolsas periodontales o incluso pérdida ósea. La aparición de una patología u otra, vendrá determinada por las características de la discrepancia marginal.

Cuando ésta se sitúa supragingival, lo primero que surgirá será la caries, mientras que si la situación es subgingival las lesiones que se presentarán en primer lugar serán las periodontales.⁽¹⁴³⁾

Desde el punto de vista **mecánico** una discrepancia marginal grande va a comprometer la retención de la restauración, ya que existirá una disminución del área de contacto entre ambas superficies. Es por esto que en las coronas con ajustes marginales deficientes son más frecuentes las descementaciones.^(136, 144)

A consecuencia del acúmulo de placa bacteriana alrededor de las restauraciones mal adaptadas, los tejidos periodontales se ven afectados en forma, color, textura, consistencia, localización, grietas, etc., ocasionando graves defectos **estéticos**.⁽¹⁴⁵⁾

Por lo tanto para que un tratamiento de prótesis fija sea duradero es fundamental que esta discrepancia entre el diente y la restauración sea lo más pequeña posible. Al revisar la literatura no se encuentra un consenso sobre cuál es la discrepancia máxima con la que una prótesis fija tendrá éxito a largo plazo. La medida más aceptada por la mayoría de los autores oscila entre 100 y 120 μm ⁽¹⁴⁶⁾, basándose en el estudio de McLean y Von Fraunhofer de 1971⁽¹⁴⁷⁾, el cual analizaron mil coronas durante cinco años.

1.5.3.- FACTORES QUE INFLUYEN EN EL AJUSTE

Uno de los motivos sobre la falta de unanimidad en cuanto a la discrepancia máxima clínicamente permitida es la diversidad de técnicas empleadas para la medición del desajuste marginal. Dependiendo si las medidas se realizan en probetas *in vitro* o clínicamente *in vivo*. En lo que sí están de acuerdo los autores, es que la adaptación final de las restauraciones depende de numerosos factores como: el diseño de la preparación, la técnica de confección de la prótesis y su cementado.

1.5.3.1.- CONFIGURACIÓN DEL MARGEN

La línea de terminación está directamente relacionada con el ajuste marginal de las restauraciones de prótesis fija, de hecho los fracasos asociados a una falta de ajuste pueden estar relacionados con una mala elección y/o preparación de la línea de terminación.^(77, 137, 148, 149) Las configuraciones marginales, han ido variando según los materiales y las técnicas empleadas para la confección de las restauraciones totalmente cerámicas.

Clásicamente se empleó el hombro recto, con el fin de aumentar la resistencia a la fractura del material cerámico. La aparición en los años 80 de las cerámicas de alta resistencia y baja contracción, permitió el uso de líneas de terminación más conservadoras como el chámfer, coexistiendo el empleo del hombro recto y el chámfer, para estos materiales. La siguiente etapa ha sido el uso de la tecnología CAD/CAM que requiere el uso de márgenes redondeados, para que el registro de dichas zonas por el escáner sea correcto.

Por lo tanto, actualmente para conseguir un adecuado ajuste de las restauraciones totalmente cerámicas de alta resistencia se emplea el uso de terminaciones en chámfer o en hombro redondeado.^(114, 144, 150, 151)

1.5.3.2.- TÉCNICA DE CONFECCION DE LAS RESTAURACIONES

Las diferentes técnicas de confección, así como las diferentes fases del proceso de construcción pueden influir sobre el ajuste marginal de las restauraciones de prótesis fija. Hoy en día las técnicas asistidas por ordenador, nos permiten confeccionar restauraciones cerámicas más precisas de una forma rápida y cómoda, evitando los errores inherentes a los métodos manuales.^(3, 152)

Por otro lado, existen varios estudios que afirman que las fases de cocción de la porcelana pueden disminuir la precisión en el ajuste marginal, tanto de las restauraciones ceramometálicas,^(153, 154) como en las totalmente cerámicas de alta resistencia y baja contracción.⁽¹⁵⁵⁾

1.5.3.3.- AGENTE Y TÉCNICA DE CEMENTADO

Existen muchos estudios que confirman que el cementado de las restauraciones de prótesis fija incrementa su desajuste marginal.^(150, 156-158) La aparición de las cerámicas junto con el desarrollo de las técnicas de adhesión, hicieron que se cambiara la tendencia de cementar las restauraciones fijas con cementos convencionales. Numerosos autores^(159, 160) observaron que la adhesión de la porcelana al diente aumentaba la resistencia a la fractura del material y mejoraba el sellado de estas restauraciones debido a que los cementos de resina tienen una baja solubilidad en el medio oral. Sin embargo, estos cementos presentan inconvenientes ya que el procedimiento exige el aislamiento del campo y el acondicionamiento de los tejidos dentarios que en ocasiones es difícil en clínica. Además su excesivo grosor de película puede ocasionar problemas en la fijación de estas restauraciones.^(161, 162) Los sistemas de alto contenido en circonio presentan unas excelentes propiedades mecánicas por lo que admiten sin problemas un cementado convencional.^(3, 163, 164)

Además del cemento, tiene mucha influencia en el ajuste marginal, la técnica de cementado, ya que un incorrecto cementado no sólo aumentará la discrepancia marginal, sino que hará necesarios ajustes oclusales que podrían debilitar la restauración protésica. Para conseguir todo ello, será necesario la colocación de un espaciador en los muñones del modelo de trabajo de un espesor aproximado de 25-50µm,⁽¹⁶⁵⁾ y el cemento deberá colocarse en los márgenes internos de la restauración, de esta forma a medida que se va introduciendo la prótesis el cemento es empujado hacia la cara oclusal, quedando todos los espacios recubiertos de cemento.⁽¹⁶⁶⁾ De esta forma nos aseguramos un recubrimiento completo de la preparación que aporte la retención necesaria, así como un espesor mínimo que garantice el menor ajuste marginal.

1.5.4.- TÉCNICAS DE MEDICIÓN DEL AJUSTE MARGINAL

La determinación de la discrepancia marginal en prótesis fija puede realizarse mediante varios métodos: conservadores y destructivos.

a) Los **métodos conservadores**, mantienen las muestras intactas durante el proceso de medición. Dentro de ellos encontramos los métodos directos y los indirectos:

- Los métodos directos: miden el desajuste marginal externo directamente sobre las probetas y puede realizarse con lupas, microscopía óptica,⁽¹⁶⁷⁾ microscopía de fluorescencia, microscopía electrónica de barrido⁽¹⁶⁸⁾ o analizador de imagen.⁽¹¹⁴⁾
- Los métodos indirectos: miden la interfase diente/restauración a lo largo de toda la superficie de contacto, permitiendo observar también el desajuste interno. En su mayoría se analiza el espesor de un material de impresión interpuesto entre la restauración y la probeta.⁽¹⁶⁹⁻¹⁷¹⁾ Este método se puede emplear para mediciones *in vivo*.

b) Los **métodos destructivos** son aquellos que seccionan las probetas para obtener una observación directa del desajuste a lo largo de toda la superficie de la restauración. Estos estudios destructivos no permiten la evaluación de una misma restauración en diferentes fases.^(172, 173)

Las mediciones en estudios *in vitro* pueden realizarse cementando las restauraciones o sin aplicar el agente cementante. Como se ha señalado anteriormente el cementado incrementa la discrepancia marginal según numerosos autores. Las mediciones con las restauraciones cementadas introducen un factor de distorsión que puede modificar el objetivo de los estudios. Por ello son varios los autores que realizan las mediciones de las probetas sin cementar para evitar sesgos en el análisis del ajuste marginal.⁽¹⁷⁴⁾



II.-JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

2.- JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

2.1.- JUSTIFICACIÓN

La tecnología CAD/CAM ha supuesto una gran revolución en el mundo de la industria y la ciencia médica. En el caso de la odontología, constituye una herramienta que abarca múltiples áreas, entre las que cabe destacar el diagnóstico, la planificación y la ejecución de distintos tipos de tratamientos quirúrgicos, protésicos etc. tanto a nivel dental como a nivel facial.^(33-36, 175, 176)

En la fabricación de prótesis dentales ya sea mediante el uso de tecnología convencional: enmuflado, inyectado, colado, etc o por tecnología CAD/CAM, la fase de obtención de impresiones fiables de los tejidos duros y blandos así como de las preparaciones protésicas realizadas es de vital importancia para obtener el éxito clínico.⁽¹⁰²⁾ Existen múltiples técnicas y materiales de impresión que han ido evolucionando a lo largo de la historia para obtener mejores resultados.

En la actualidad, las técnicas de impresión convencionales de prótesis fija mediante el uso de elastómeros se consideran fiables y son ampliamente conocidas. Sin embargo, estas impresiones no dejan de ser técnicas manuales influidas por la destreza del operador, en las que no son extraños errores como pliegues, arrastres, burbujas, espesores de material inadecuados, falta de material, distorsiones, escalones, etc...⁽⁵⁸⁾

Con el objetivo de mejorar esta situación y hacer de la toma de impresión un proceso más efectivo y preciso, se vienen desarrollando desde los años 1970 distintos sistemas de impresión digital. Sin embargo, estos han permanecido prácticamente en el desuso hasta que durante los últimos 10 años se han desarrollado de manera muy importante nuevos sistemas de impresión digital intraoral. Estos escáneres intraorales

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

además de evitar los errores que se producen en el proceso manual, aumentan la comodidad de los pacientes, disminuyen pasos en la clínica y en el laboratorio, dando lugar a un ahorro de tiempo bastante significativo.⁽¹⁷⁷⁾

En la actualidad, existen multitud de escáneres intraorales, cada uno con sus ventajas y sus inconvenientes, que van evolucionando junto con la tecnología disponible. Uno de los sistemas de reciente aparición (2011) es el escáner desarrollado por 3Shape denominado TRIOS®.⁽¹⁷⁸⁾ La captación de imágenes a gran velocidad sin usar spray de contraste, así como la gran libertad de movimientos son sus principales ventajas, aunque por ahora existe poca evidencia científica sobre el uso de este escáner.

Por otra parte, uno de los factores relacionados directamente con el registro de las estructuras dentarias y posteriormente con el proceso de elaboración de la propia prótesis, es el sellado marginal. Las restauraciones fijas al confeccionarse fuera de la boca y posteriormente fijarse al diente, generan una interfase entre el diente y la restauración. Aunque esta interfase se rellena por el cemento, es esencial que la adaptación entre ambos elementos sea máxima para que el cemento ocupe el menor espesor posible⁽³²⁾.

La falta de ajuste marginal en las restauraciones de prótesis fija es la responsable de una serie de alteraciones clínicas que podrían conducir al fracaso de las mismas. Caries producidas por filtración, problemas endodónticos o enfermedades periodontales, son las complicaciones biológicas más comunes. Desde el punto de vista mecánico un ajuste inadecuado puede provocar la descementación de la restauración. Como consecuencia de todos estos factores el aspecto estético del paciente también se ve alterado.⁽¹⁷⁹⁾

Así pues, teniendo en cuenta los factores anteriormente expuestos, y la experiencia adquirida en diversos trabajos previos realizados con otros escáneres intraorales como el sistema ITERO y el sistema LAVA COS, consideramos de interés la realización de un estudio que evalúe diferentes factores clínicos, el ajuste marginal y la adaptación interna de coronas individuales totalmente cerámicas de circonio, realizadas a partir de una impresión digital obtenida con el escáner TRIOS® y mediante el uso del flujo digital correspondiente al protocolo del centro de producción PHIBO.

2.2.- OBJETIVOS

El objetivo general de este estudio fue evaluar los parámetros clínicos y de adaptación marginal e interna de coronas cerámicas unitarias realizadas sobre pacientes, mediante la utilización del flujo de trabajo PHIBO, obtenidas partiendo de dos técnicas de impresión distintas: sistema de impresión intraoral digital TRIOS®(3Shape) frente a técnica de impresión estándar con elastómeros.

Para ello, nos planteamos los siguientes objetivos específicos:

1.- **Obtener** mediante la técnica de la réplica modificada, los valores medios de adaptación marginal e interna a distintos niveles (paredes axiales, cúspides y fosas) de las coronas realizadas con ambas técnicas de impresión.

2.- **Evaluar** si los valores anteriormente obtenidos con cada técnica de impresión se encuentran en los límites clínicamente aceptados de adaptación marginal. (120µm).

3.- **Comparar** los valores obtenidos con la técnica de impresión convencional Vs. los obtenidos con la técnica de impresión digital.

4.- **Evaluar** clínicamente mediante operadores entrenados, la adaptación marginal, puntos de contacto con los dientes adyacentes, relación interoclusal con el diente antagonista y fricción con su muñón de las coronas obtenidas mediante la técnica de impresión convencional y la técnica de impresión digital.

5.- **Comparar** de manera global, los resultados clínicos obtenidos por la evaluación de los operadores con respecto a los dos tipos de técnicas de impresión utilizadas.

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS



III.- HIPÓTESIS DE TRABAJO

3.- HIPÓTESIS DE TRABAJO

El uso de tecnología digitalizada, mediante la utilización de cámaras intraorales para el registro de estructuras bucales, evitando la utilización de materiales de impresión, es una línea de I+D, que lleva desarrollándose desde los años 1970, cuando SIEMENS, propuso la utilización de su primera unidad de CEREC⁽¹⁸⁰⁾. Desde entonces distintos desarrollos han ido mejorando las posibilidades y fiabilidad de utilización de este tipo de técnicas hasta integrarlas, dentro de la clínica diaria.

El importante desarrollo de todas las técnicas de captación digital intraoral en conjunto con la tecnología de fresado e impresión 3D se encuentra en la actualidad en condiciones de garantizar unos resultados comparables o superiores a los obtenidos por las técnicas convencionales con elastómeros,⁽¹⁸¹⁾ por ello las hipótesis nulas (H_0) que nos planteamos en este estudio fueron:

1. NO existen diferencias estadísticamente significativas en el ajuste marginal e interno a distintos niveles de las coronas cerámicas obtenidas mediante tecnología CAD-CAM, independientemente de la técnica de impresión (convencional Vs. digital) utilizada.
2. NO existen diferencias estadísticamente significativas en las variables clínicas estudiadas en las coronas cerámicas obtenidas mediante tecnología CAD/CAM, independientemente de la técnica de impresión (convencional Vs digital) utilizada.

HIPÓTESIS DE TRABAJO



IV.- MATERIAL Y MÉTODO

4.- MATERIAL Y MÉTODO

4.1.- SELECCIÓN DE PACIENTES

Para la realización de este estudio se seleccionaron pacientes que acudieron a la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid, para recibir tratamiento dental.

Los pacientes fueron derivados desde los distintos departamentos de la facultad para ser tratados en el Departamento de Prótesis Bucofacial por la necesidad de ser restaurados con al menos una corona unitaria de recubrimiento total en dientes posteriores.

Los criterios de inclusión en el estudio fueron:

- Pacientes mayores de edad
- Con capacidad de entender y colaborar en el estudio
- Que firmaran el consentimiento informado
- Que presentaran un molar o premolar con necesidad de restauración con una corona unitaria de recubrimiento total.
- Que presentaran dientes adyacentes y antagonistas al diente pilar.
- Con posibilidad de situar el margen de la preparación no más de 1mm subgingival

Los criterios de exclusión fueron:

- Pacientes portadores de prótesis removibles que afectaran al diente pilar o a los dientes adyacentes o antagonistas.
- Falta de higiene oral adecuada.
- Dientes pilares con enfermedad periodontal activa.
- Dientes pilares con caries subgingivales.
- Signos de bruxismo

4.2.- MUESTRA

Durante el curso académico 2012-2013 se revisaron 44 pacientes de los cuales 30 cumplieron los criterios de inclusión.

De estos 30 pacientes, 21 eran mujeres y 9 hombres, con una edad comprendida entre 19 y 70 años.

Todos ellos fueron informados de las ventajas e inconvenientes de participar en el estudio y firmaron un Consentimiento Informado por escrito (Anexo 1) aprobado por el Comité de Investigaciones Clínicas (CEIC). (Anexo 2)

En este caso, el ensayo clínico es de fase IV, ya que el método empleado ha sido comercializado y no se trata de un método invasivo.

4.3.- GRUPOS

Se tallaron 30 dientes posteriores, 15 premolares y 15 molares, para recibir una restauración unitaria.

A partir de cada uno de los tallados se fabricaron, mediante tecnología CAD/CAM, 3 coronas de óxido de zirconio para cada paciente, obteniendo así un total de **90** coronas, que se dividieron en 3 grupos:

- **Grupo C:** 30 coronas realizadas a partir del archivo digital obtenido mediante una impresión convencional con elastómeros y su vaciado y digitalización posterior.
- **Grupo D:** 30 coronas realizadas a partir del archivo digital obtenido mediante una impresión digital intraoral con el escáner TRIOS.
- **Grupo P:** 30 coronas realizadas a partir del archivo digital obtenido en el grupo C destinadas a ser utilizadas como coronas definitivas a cementar en el paciente.

4.4.- PROCEDIMIENTO CLÍNICO

A cada diente seleccionado se le realizó el mismo protocolo, en los pasos previos, en la preparación de pilares, en la retracción gingival y en las técnicas de impresión. Todos los procedimientos clínicos fueron realizados por el mismo operador, entrenado y con experiencia en la preparación de pilares y la toma de impresiones convencionales y digitales.

4.4.1.- RECONSTRUCCION DE PILARES

Los dientes que presentaban cavidades o aperturas de tratamiento endodóntico fueron reconstruidos mediante reconstrucciones directas (Ácido Scotchbond™, adhesivo Scotchbond™ universal y composite Filtek Supreme®, 3M ESPE, USA). En los casos con una gran destrucción coronal se optó por la colocación de postes prefabricados de fibra de vidrio (RelyX®, 3M ESPE, USA), adheridos con cemento de resina autoadhesivo (RelyX® UniCem, 3M ESPE, USA). (Fig.4.1)

Las reconstrucciones antiguas también fueron reemplazadas por nuevas obturaciones de composite para evitar cualquier posible filtración.

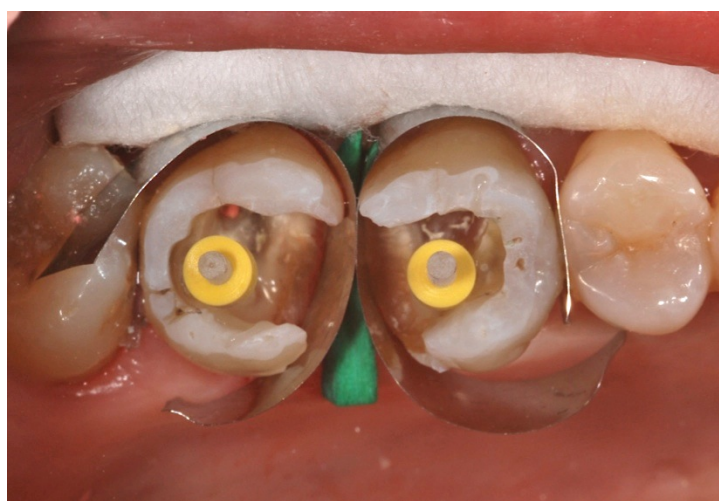


Fig 4.1.- Dientes preparados para reconstrucción con perno de fibra

4.4.2.- IMPRESIÓN INICIAL

Se tomó una impresión parcial con silicona pesada (Virtual Putty Fast Set (Ivoclar Vivadent, Linchestein) del cuadrante correspondiente al diente a tallar (Fig.4.2). Esta impresión fue almacenada para la realización de una restauración provisional posterior a la preparación dental.



Fig 4.2.- Impresión inicial

4.4.3.- PREPARACIÓN DENTAL

Todos los dientes pilares se prepararon siguiendo los 5 principios de tallado propuestos por Herbert T. Shillinburg.⁽⁷⁷⁾

- Preservación de la estructura dentaria
- Retención y resistencia
- Durabilidad estructural
- Integridad Marginal
- Preservación del periodonto.

Se emplearon fresas de tallado de diamante troncocónicas (Intensiv, Suiza FG D6/6, FG D34/6C) y con punta redondeada (Fig. 4.3), obteniendo una línea de terminación en hombro redondeado y una conicidad total de 6° a 12°, de acuerdo a las recomendaciones de la mayor parte de la bibliografía.^(149, 182-184) El margen de la preparación se situó según la necesidad del caso, yuxta, supra o subgingival. (Fig. 4.4)

La secuencia de tallado fue:

- Reducción oclusal de 2mm
- Reducción vestibular de 1,5-2 mm aprox.
- Reducción interproximal 1,5-2 mm aprox
- Reducción lingual 1,5-2mm aprox
- Definición línea de terminación de 1-1,5mm en hombro redondeado
- Redondeado de ángulos vivos



Fig. 4.3.- Fresas de tallado.

Los tallados siempre fueron repasados con fresas diamantadas de grano fino (Intensiv FG 50D7/6, Suiza), de la misma morfología que las fresas de tallado para pulir la superficie y redondear los ángulos. (Fig 4.4 y 4.5.)



Fig 4.4.- Diente 4.4 preparado para ser tallado



Fig 4.5.- Diente 4.4 tallado en su visión vestibular y oclusal

4.4.4.- PROVISIONALES

Tras la preparación dental se realizaron coronas provisionales con la llave de silicona previa y usando la técnica de sobreimpresión. Todos los provisionales se realizaron con una resina Bis-Acrílica autopolimerizable (ProTemp™ 4, 3M ESPE, USA). Se usó la presentación del producto en cartuchos con puntas de automezcla que facilitaban la dispensación del material dentro de la huella de silicona.

Las coronas fueron recortadas, pulidas y acabadas con fresas de carburo de tungsteno y gomas montadas en una pieza de mano recta.

Las restauraciones provisionales se cementaron sobre los pilares con cemento temporal libre de eugenol (TempBond NE™, SDS Kerr).



Fig.4.6.- Provisional cementado en 4.4

4.4.5.- TOMA DE IMPRESIONES

La toma de las impresiones definitivas se realizó de forma diferida, tras una semana con los provisionales cementados, facilitando así la maduración de los tejidos periodontales. A los siete días se descementaba el provisional y se limpiaban los restos de cemento.

Se eligió en todos los casos la técnica de retracción gingival de doble hilo. Se usó el hilo Ultrapack (Ultradent, South Jordan, USA) de #000 y #00. El primer hilo (más fino) humedecido en solución vasoconstrictora, Racestypine (Septodont, France) y el segundo hilo (más grueso) sin humedecer. Se procedió a retirar el segundo hilo antes de tomar la impresión. (Fig 4.7)



Fig 4.7.- Tallados con hilos de retracción

MATERIAL Y MÉTODO

Una vez preparado cada diente según este protocolo, se tomaron dos impresiones en cada preparación, una con una técnica digital de escaneado intraoral directo, y otra con una técnica convencional con silicona de adición. En todos los casos se tomó primero la digital y posteriormente la convencional.

a) Técnica Digital

Se usó el escáner intraoral TRIOS (3Shape, Copenhagen, Denmark, comercializado en España por PHIBO). El modelo de captador que se usó fue el T1223005C en escala de grises. El software de procesamiento de datos que estaba instalado en el escáner era el TRIOS 1.3.2.1. En todos los casos se tomaron las impresiones siguiendo la metodología recomendada fabricante.

En primer lugar y para cada caso, se realizó la calibración de la punta lectora con el dispositivo correspondiente para ello. (Fig. 4.8)



Fig 4.8.- Punta calibradora del escáner

Después se rellenó la prescripción para el laboratorio con los siguientes datos:
(Fig 4.9)

- N° de Paciente
- Laboratorio
- Dentista responsable
- Diente
- Tipo de restauración
- Material
- Color: Se tomaba con la guía Vita Clásica. (Vita)



Fig 4.9.- Escáner TRIOS preparado para escanear un caso.

MATERIAL Y MÉTODO

Una vez cumplimentada la prescripción, el escáner activaba las pantallas de escaneado de la arcada superior y la arcada inferior.



Fig. 4.10.- Escáner calentando la punta lectora

Mientras el escáner calentaba la punta lectora, (Fig. 4.10) se colocaba al paciente un abre bocas (Optiview®, Kerr, California, USA) que aislaba y mantenía seca la zona a escanear.

Se escaneaba primero la hemiarcada antagonista para mantener la retracción gingival unos minutos más y así fuera más efectiva. Después se escaneaba la hemiarcada donde se hallaba el tallado. (Fig 4.11)

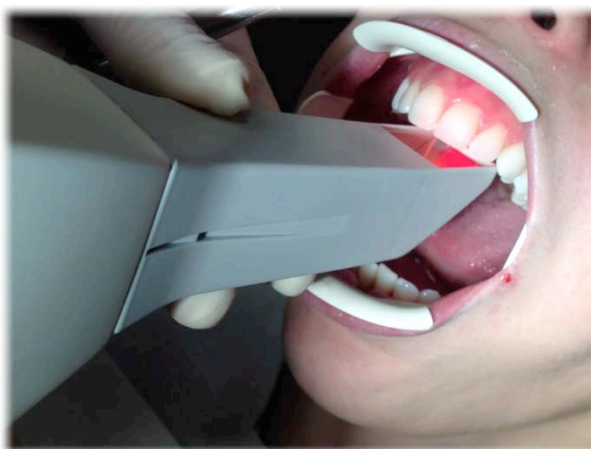


Fig. 4.11.- Impresión intraoral.

El protocolo de escaneado recomendado por el fabricante para la arcada superior era, comenzando desde distal a mesial

1. Oclusal
2. Vestibular
3. Palatino

En la arcada inferior: comenzando desde distal a mesial

1. Oclusal
2. Lingual
3. Vestibular

En ambas arcadas no existía limitación de movimientos, tiempo de escaneado, distancias o angulaciones.

Una vez escaneadas ambas hemiarquadas, se activaba la pantalla de escaneado de la oclusión, se mandaba al paciente ocluir y se registraba la relación intermaxilar con un escaneado lateral, lo más perpendicular posible a la superficie dental. (Fig 4.12)

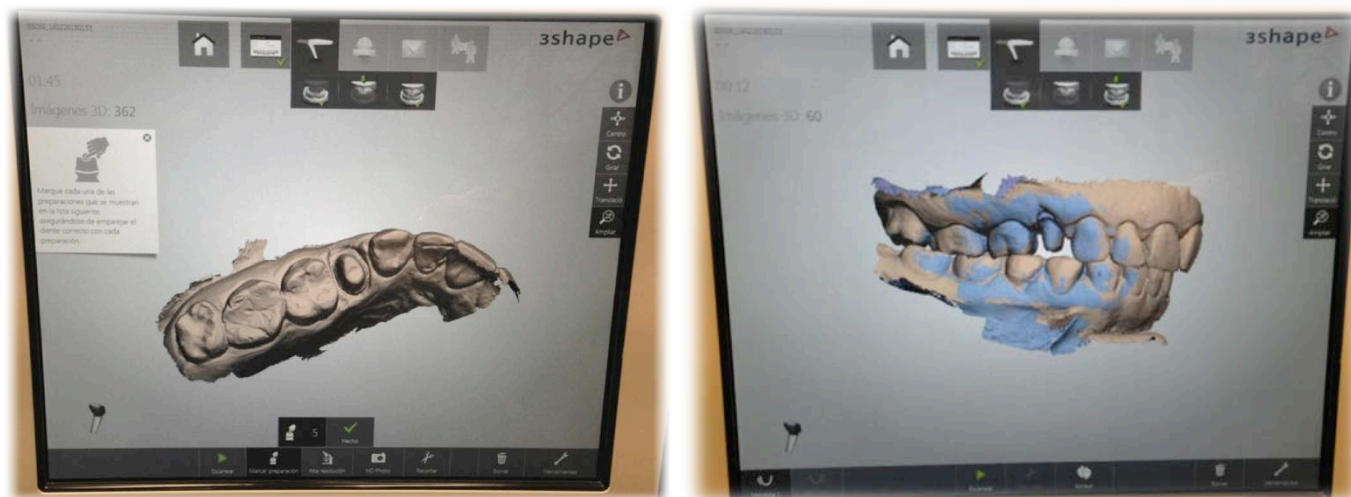


Fig. 4.12.- Impresión del tallado y registro de oclusión

MATERIAL Y MÉTODO

Después de marcar con alta definición la zona de la preparación dentaria y comprobar que el tallado era correcto en todos los aspectos, se enviaba el caso completo al laboratorio virtual PhiboLab via modem. (Fig 4.13)

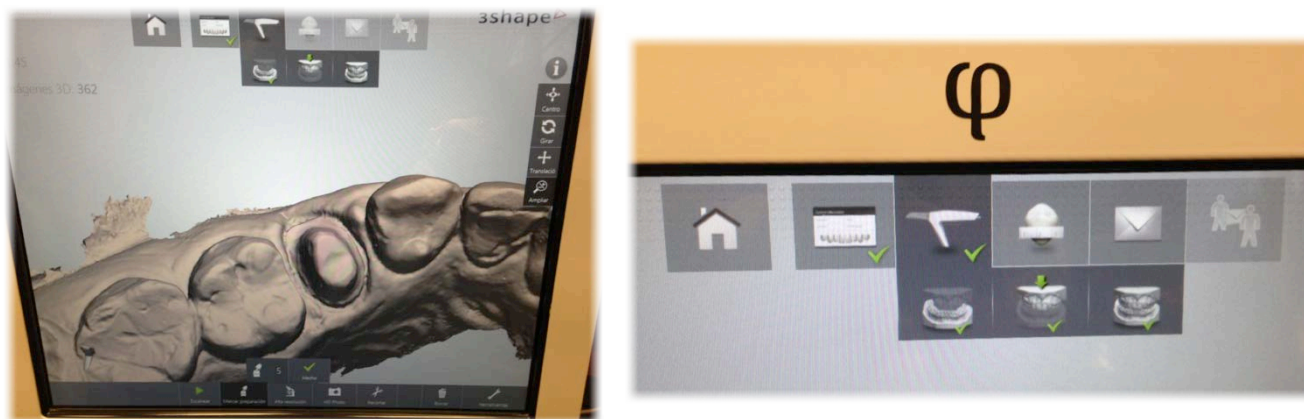


Fig. 4.13.- Detalle del proceso de escaneado.

b) Técnica Convencional

La impresión estándar se llevo a cabo utilizando la técnica de doble impresión con siliconas de adición.

Primero se aislaba la preparación con un rollito de algodón, y tras secar bien la zona se procedía a la toma de impresión con silicona pesada (Express 2 Penta Putty, 3M-ESPE) en una cubeta de impresión estándar metálica tipo Rim Lock (Asa Dental, Italia) previamente seleccionada. Con el fin de estandarizar la mezcla se usaron puntas de automezcla. Se esperaban cuatro minutos para que se produjese la polimerización de la silicona y se retiraba de la boca. Se examinaba la impresión preliminar y se procedía al aliviado de la misma mediante un cutter (X-ACTO®, Elmer, USA). Después se aplicaba la silicona fluida (Express 2 Light Body, 3M-ESPE) con una punta fina de aplicación alrededor de la preparación, intentando introducir la silicona en el surco gingival y sobre la impresión de silicona pesada. Posteriormente se recolocaba la impresión en la boca, manteniéndola estable hasta el fraguado de la misma.

El registro de la arcada antagonista se realizó con alginato (Kromopan®, Lascod, Florence, Italy) y cuando fue necesario se registró la oclusión con una cera de mordida (Moyco®). Se analizaban las impresiones y en el caso de ser correctas se enviaban al mismo laboratorio junto con la receta protésica. (Fig 4.14)

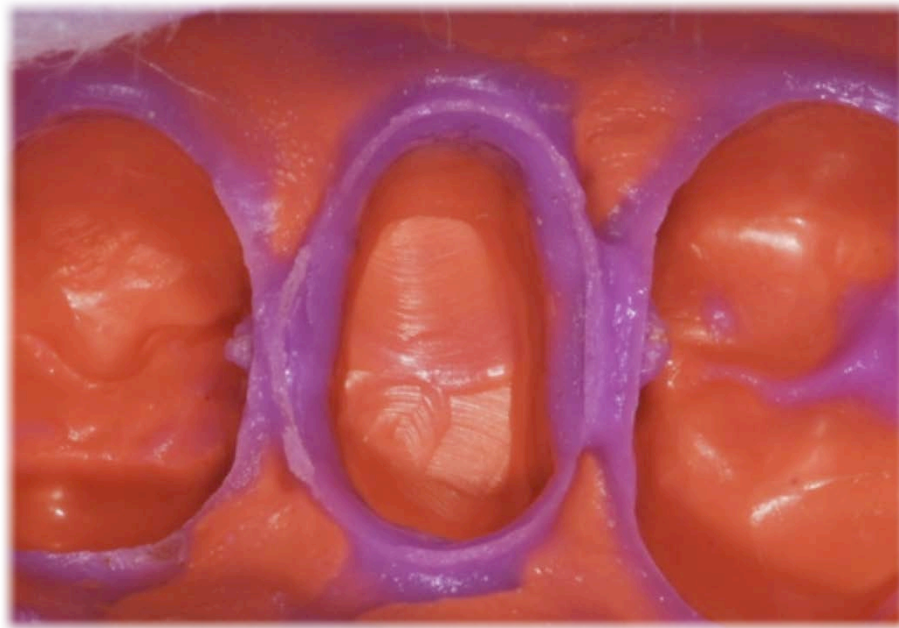


Fig. 4.14.- Materiales de impresión convencional y detalle.

Después de la toma de impresiones, se quitaba el hilo de retracción y se recementaba la restauración provisional con el mismo cemento libre de eugenol. (TempBond NETM, SDS Kerr, USA).

4.5.-PROCEDIMIENTO DE LABORATORIO

4.5.1.- CORONAS CONVENCIONALES (C)

a) Obtención de los modelos

Las impresiones de silicona de adicción se vaciaron en escayola extradura tipo IV (Fuji-Rock® Dorada, GC Corporation, Japan.), siguiendo las especificaciones del fabricante y usando una mezcladora al vacío, para evitar la aparición de burbujas de aire en los modelos. Tras el fraguado de la escayola se procedió a la individualización de los muñones usando un sistema de zócalo para troqueles (Bafix®FM, DTDS, España) , y delimitando la línea de terminación con una fresa de pieza de mano recta para micromotor.

Los modelos antagonistas se obtuvieron a partir de la impresión de alginato, usando escayola dental tipo IV (Vel-Mix Stone, Kerr, California, USA). Tras el fraguado de la escayola se zocalaron los modelos para aumentar su resistencia y mejorar la manejabilidad. (Fig 4.15)



Fig 4.15.- Modelos de escayola

b) Escaneado

Las coronas convencionales se diseñaron a partir del escaneado de los modelos de escayola obtenidos tras el vaciado de las impresiones de silicona. Para la digitalización de los modelos tradicionales se usó el escáner de mesa 3Shape D700 (3shape, Copenhagen, Denmark). Este escáner usa una tecnología única de captación de imágenes basada en 2 cámaras y un láser con un sistema de movimiento de 3 ejes, dando lugar a archivos .STL con una precisión de 20 micras.⁽¹⁸⁵⁾(Fig 4.16)

Se escaneaban, en cada caso, el modelo maestro, el modelo antagonista, los modelos en oclusión y el muñón desmontable de forma individual. Todo ello se alineaba usando el software Dental Design versión 2.8.8.6 (3Shape) para posteriormente realizar el diseño CAD de la restauración. (Fig 4.17)

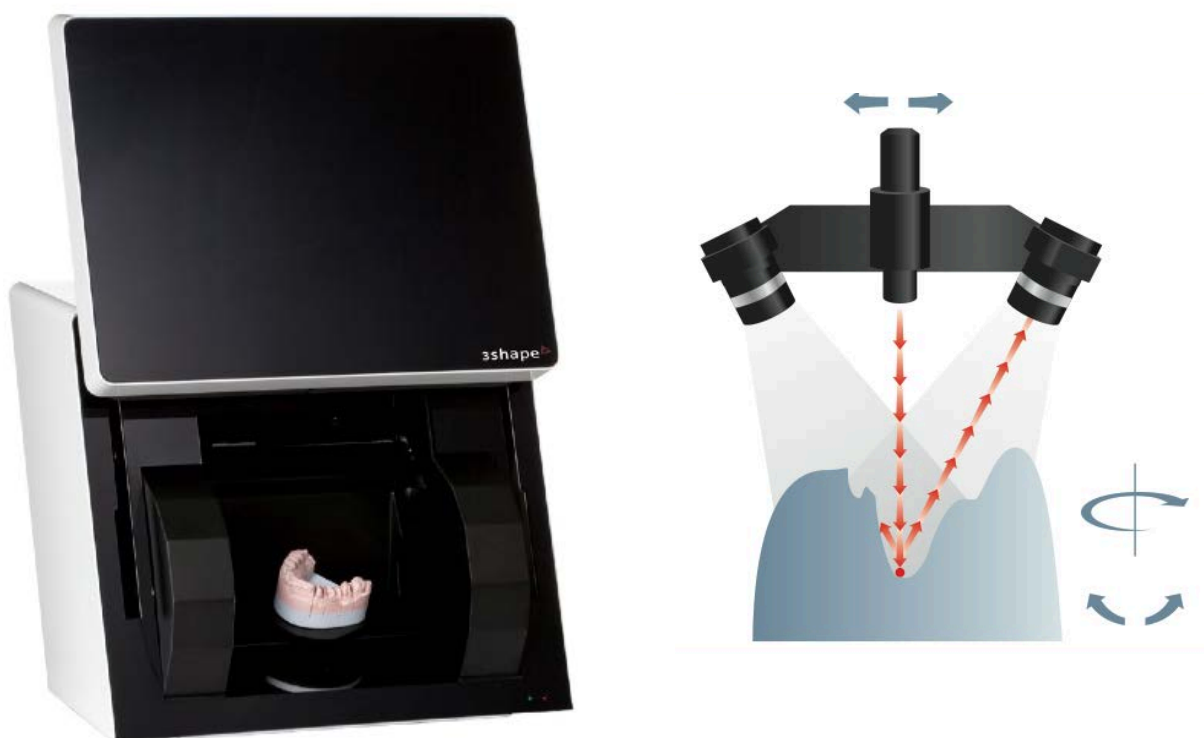


Fig 4.16.- Escáner extraoral y tecnología del mismo.

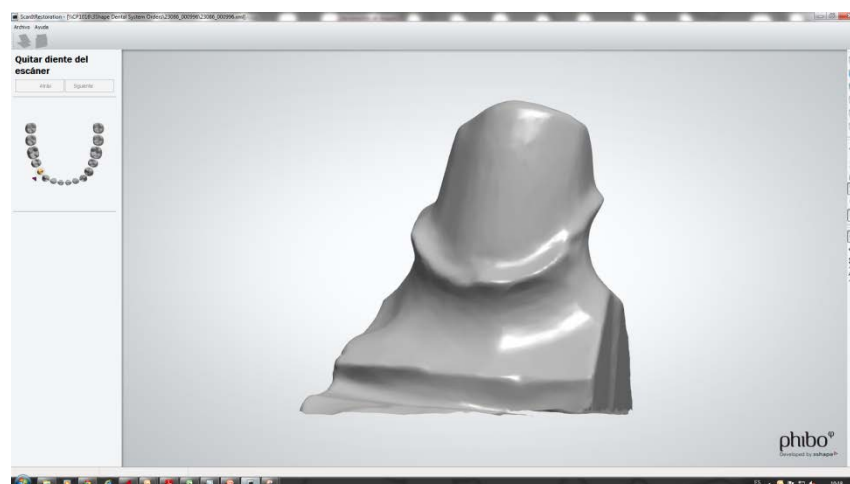
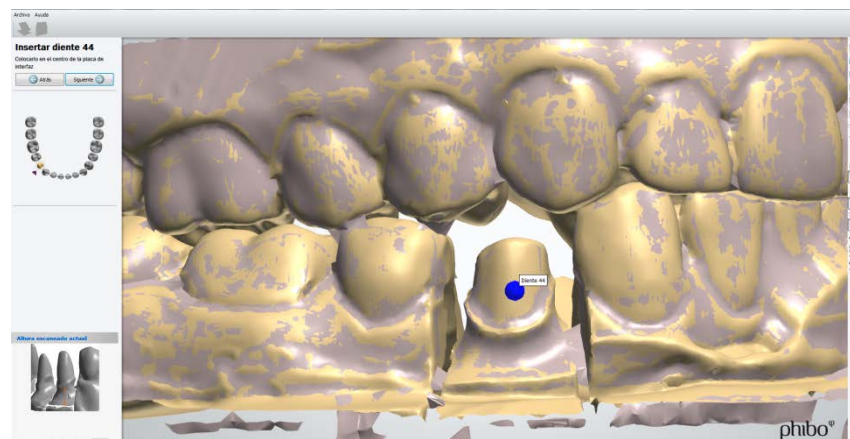
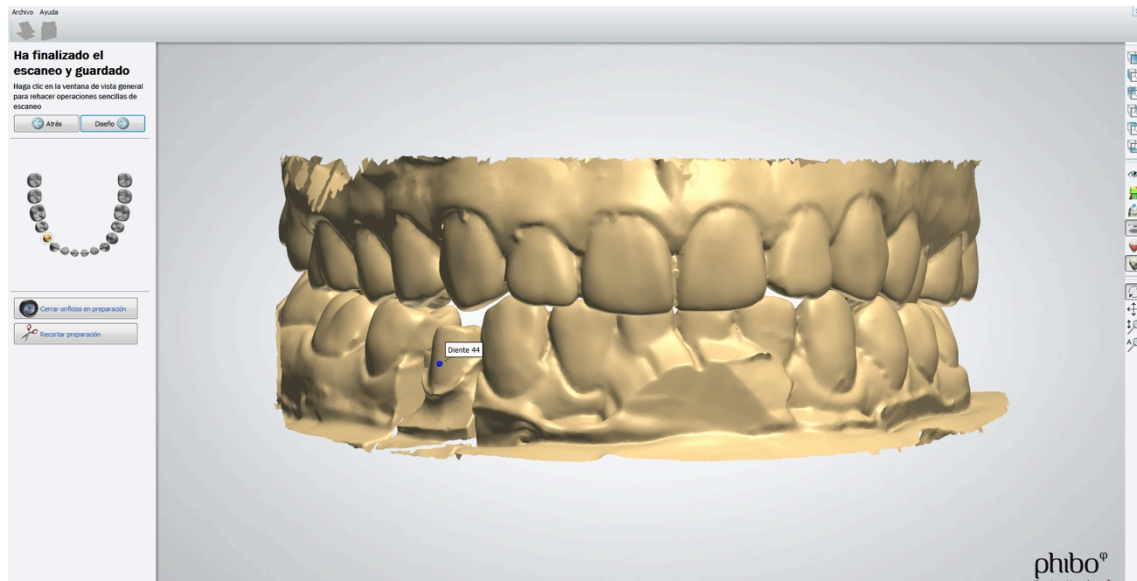


Fig 4.17.- Modelos de escayola digitalizados.

c) Diseño CAD

El diseño de las cofias cerámicas se realizó usando el software de diseño Dental Manager versión 2013 (3Shape). Se siguieron los pasos básicos marcados por el programa informático:

- 1.- Delimitar la línea de terminación de la preparación. (fig 4.18)
- 2.- Determinar la vía de inserción de la cofia, teniendo en cuenta las áreas retentivas.
- 3.- Establecer los parámetros para el espacio de cementado, en todos los diseños se aliviaron las preparaciones a partir de un milímetro desde la línea de terminación, dejando un espacio para el cemento de 50 micras.
- 4.- Modelar la cofia con un diseño anatómico y un grosor mínimo de 0,5mm, verificando siempre el espacio con el antagonista. (fig 4.19)

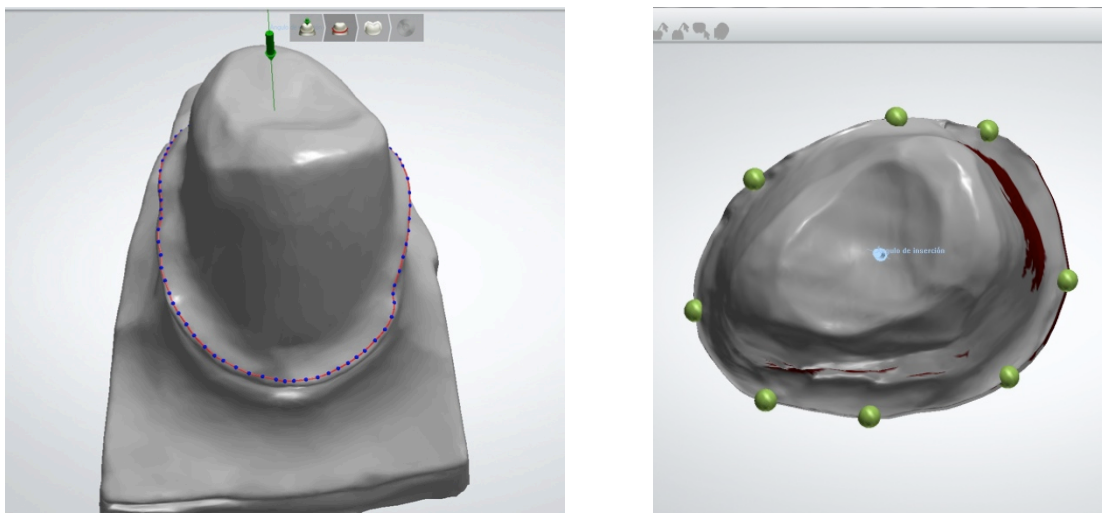


Fig 4.18.- Trazado de la línea de terminación y eje de inserción

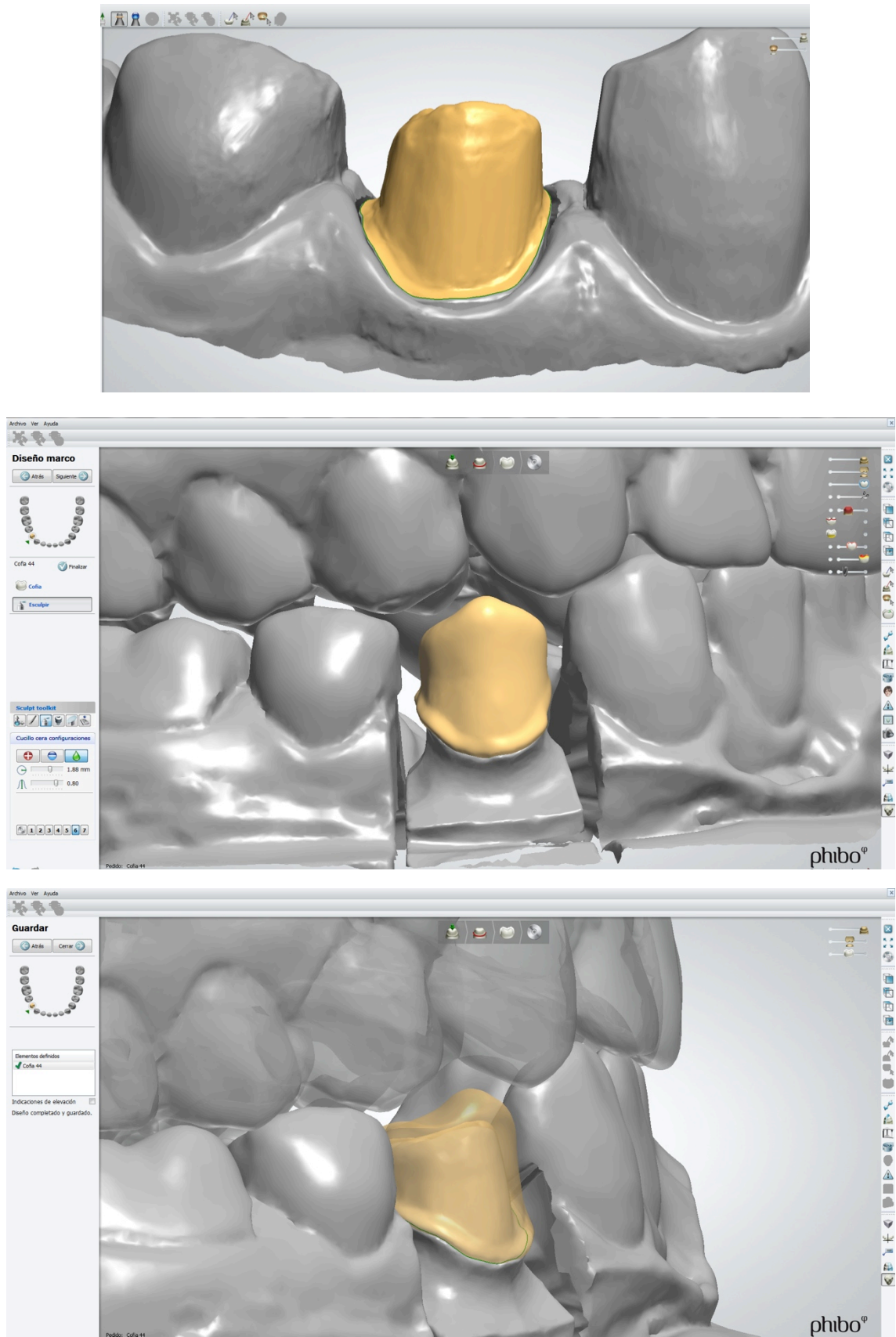


Fig 4.19.- Secuencia del diseño de las cofias.

d) Fabricación CAM

Cuando se terminaba el diseño CAD, los datos se enviaban a una fresadora DMG 20 de 5 ejes para fresar la cofia. El material elegido en todos los casos fue la Zirconia comercializada por Phibo®, que se trata de un material compuesto en un 99,9% de óxido de circonio en fase tetragonal estabilizada con itrio y hafnio. ($\text{ZrO}_2 + \text{HfO}_2 + \text{Y}_2\text{O}_3$). ⁽¹⁸⁵⁾(Fig 4.20)

Los discos que se introducían en la fresadora estaban presinterizados, es decir que las cofias necesitaron un proceso de sinterización por calor para adoptar su tamaño y sus características físico-mecánicas finales.



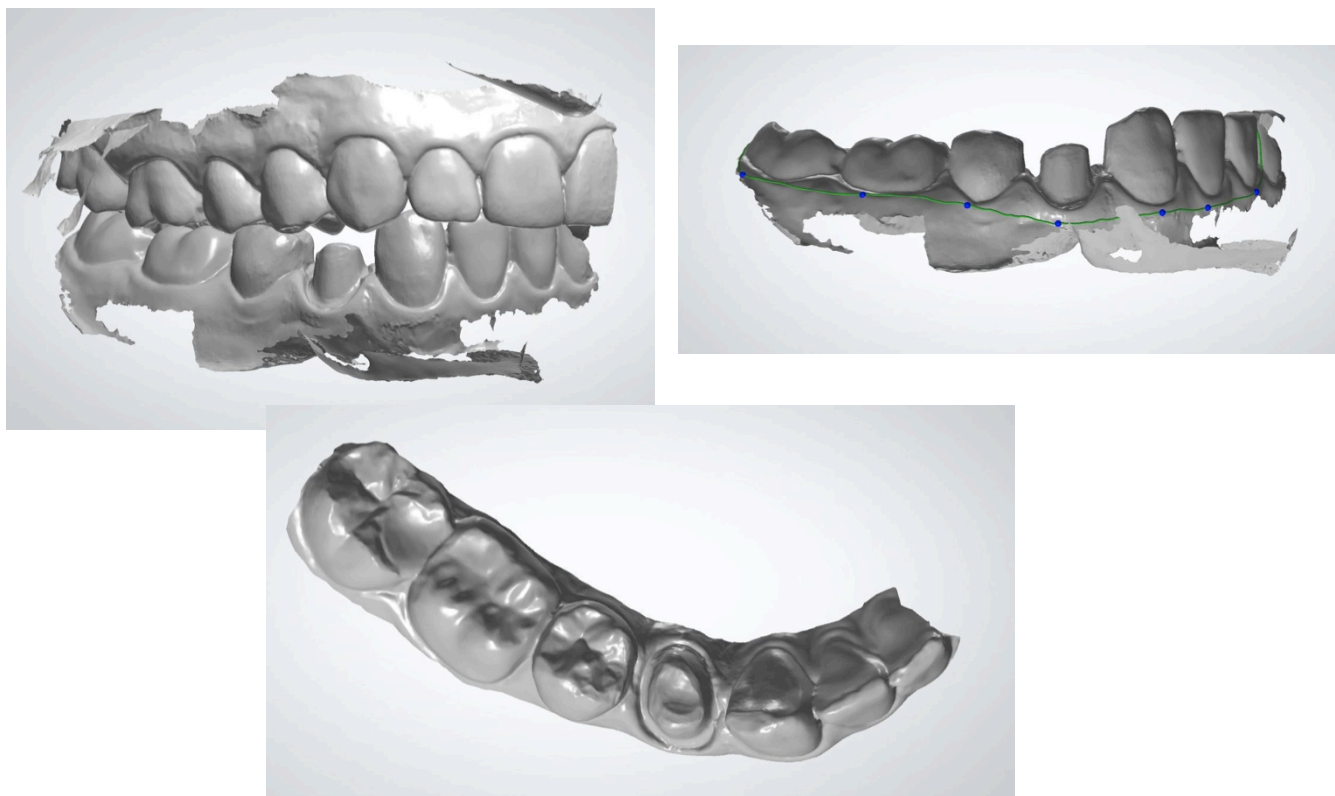
Fig 4.20.- Disco de óxido de circonio montado en la fresadora.

4.5.2.- CORONAS DIGITALES (D)

a) Obtención de los modelos

A partir de las impresiones digitales también se obtuvieron unos modelos de trabajo para realizar la carga de la cerámica de recubrimiento. Los archivos .STL que se enviaron al laboratorio a través del escáner intraoral, fueron editados mediante un software de diseño de modelos específico (Model Builder de Dental Manager versión 2013 de 3Shape). El tratamiento que se realizó a los escaneados fue: (Fig. 4.21)

- 1.- Recortar zonas sin interés para el diseño y/o fabricación, de ambas arcadas.
- 2.- Definir el plano oclusal y paralelizarlo con respecto al zócalo virtual.
- 3.- Determinar el muñón a rehabilitar y marcar la línea de terminación.
- 4.- Delimitar los dientes adyacentes al tallado e individualizar los muñones.
- 5.- Verificar la oclusión de las arcadas.
- 6.- Posicionar los modelos en los zócalos virtuales.



MATERIAL Y MÉTODO

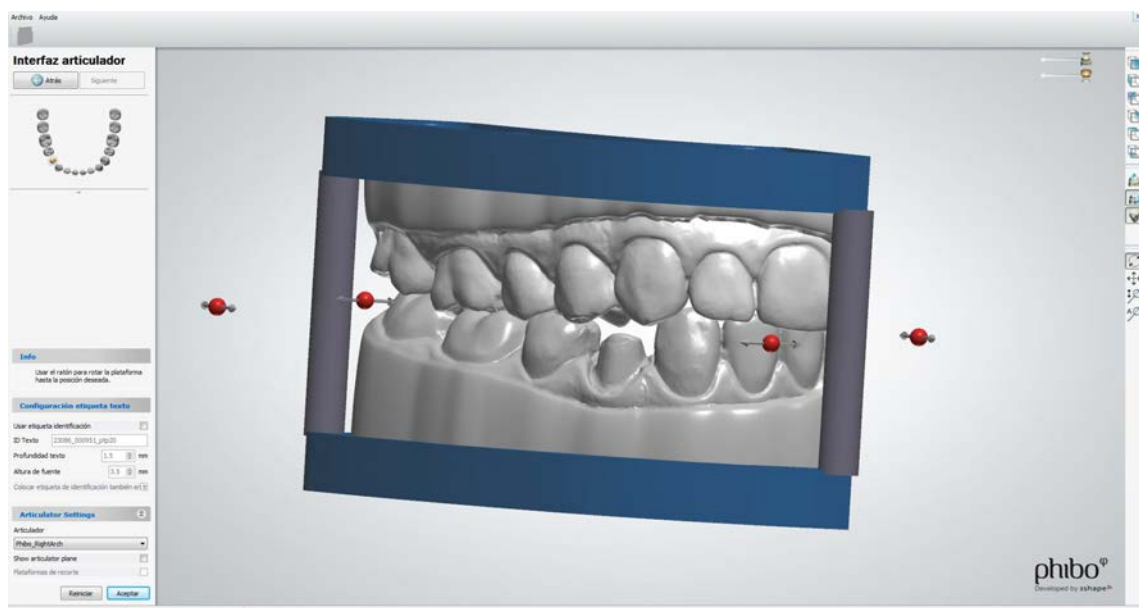
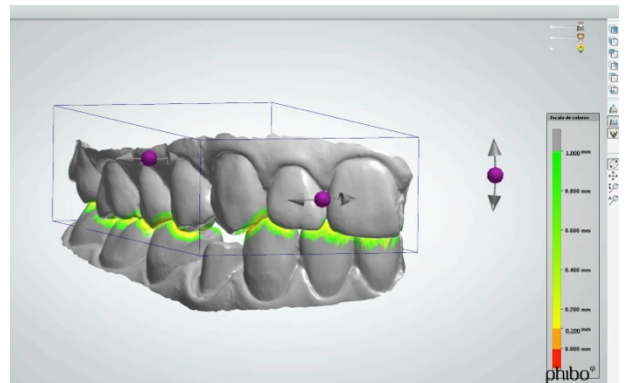
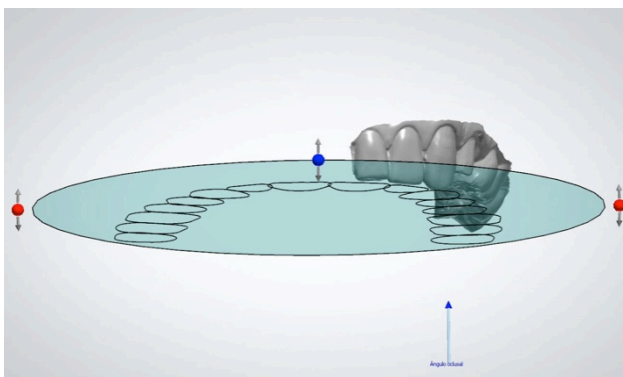
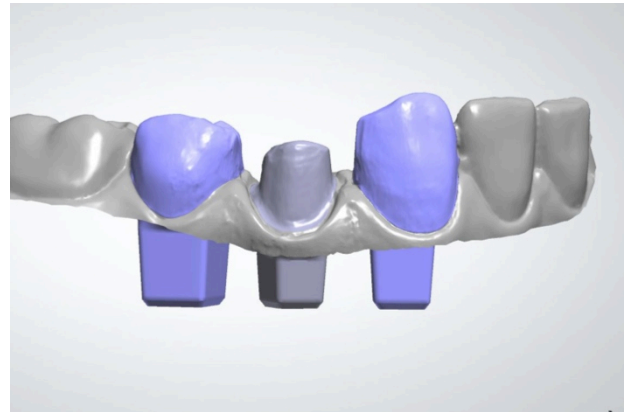
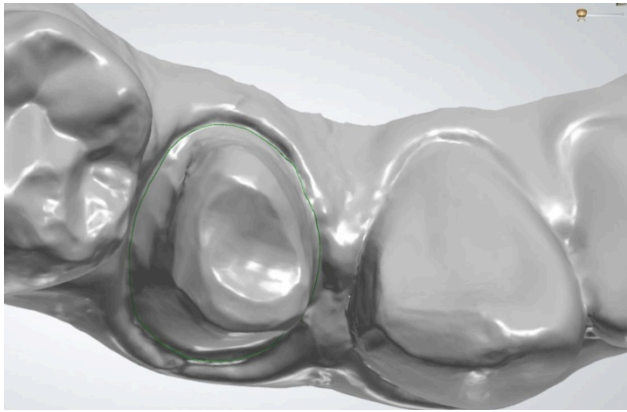


Fig 4.21.- Secuencia de preparación de modelo virtual.

Tras el diseño de los modelos virtuales, los datos se enviaban a una máquina de prototipado rápido (Stratasys object Eden 260U) para la construcción de los modelos físicos. Esta máquina utiliza la tecnología Polyjet® (Fig.4.22), patentada por Object Geometries, que se basa en la unión de dos procesos de prototipado, puesto que mezcla la impresión en 3D por deposición de material fundido y el fotocurado simultaneo del mismo por dos lámparas de luz ultravioleta. ⁽¹⁸⁶⁾

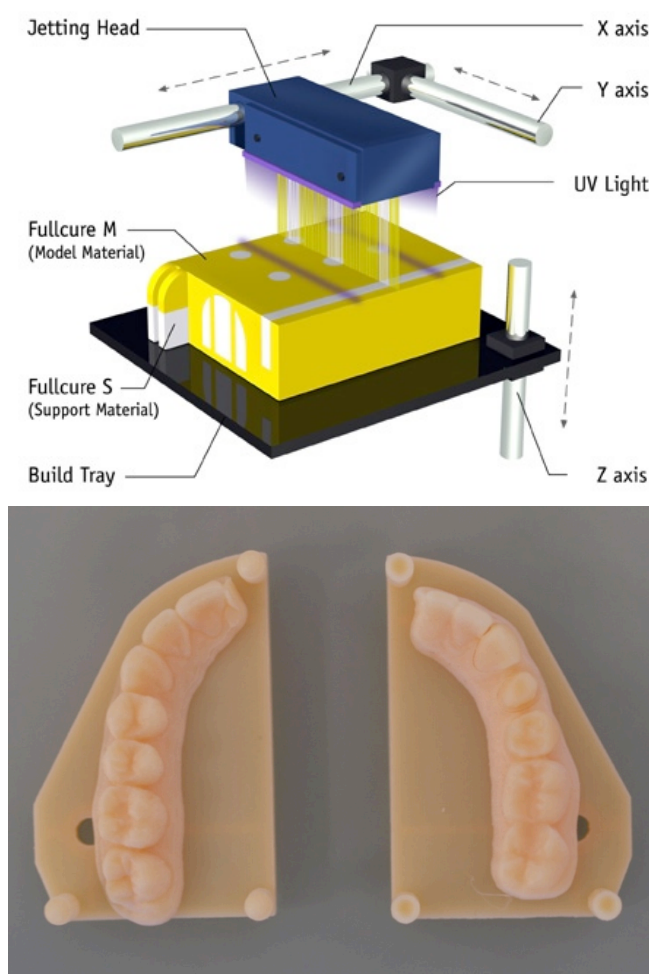


Fig 4.22.- Tecnología de prototipado y modelos finales.

b) Diseño CAD y fabricación CAM

El diseño y la fabricación de las coronas siguió el mismo protocolo que las coronas convencionales, eliminando el paso de la digitalización de los modelos, puesto que partíamos del archivo .STL obtenido desde el escáner intraoral y editado previamente.

4.5.3.- CERÁMICA DE RECUBRIMIENTO

Todas las cofias se recubrieron con la cerámica estética específica para circonio Vita VM9 Urgan Artis. Se siguieron los pasos y tiempos de cocción recomendados por el fabricante para realizar la estratificación de las diferentes capas, obteniendo en cada caso el color y las características solicitadas.

Para el ajuste final de los puntos de contacto y de la oclusión con la cerámica de recubrimiento, se usaron los modelos correspondientes. En el caso de las coronas tradicionales se ajustaron en los modelos de escayola, y en el caso de las coronas digitales se usaron los modelos prototipados. (Fig 4.23)



Fig 4.23.- Cerámica de recubrimiento en los modelos.

4.6.- EVALUACIÓN CLÍNICA DE LAS CORONAS

Para cada caso, se evaluaron una corona realizada a partir de una impresión convencional (C) y la corona realizada a partir de una impresión digital (D).

La evaluación clínica de las coronas fue realizada por dos investigadores ciegos ajenos a los procedimientos clínicos. Ambos evaluadores eran especialistas en la materia, con experiencia previa en prótesis fija y además fueron calibrados previamente para el análisis de las diferentes variables.

El controlador del estudio colocaba las coronas a evaluar en dos cajas diferentes, marcadas con la letra A, B, X o Y y el número del paciente, para proceder a la evaluación. (Fig 4.24) Cada investigador realizó el análisis de las coronas en solitario y en silencio, registrando los diferentes parámetros en una hoja de recogida de datos. (Anexo 3)



Fig 4.24.- Coronas codificadas para la evaluación clínica

Las variables estudiadas para ambas coronas fueron:

- Ajuste marginal: Se evaluó el ajuste de la corona sobre la línea de terminación de forma visual y mediante una juego de exploración, espejo y sonda nuevos. (Hu-Fredy®). Se anotaron incidencias en cuanto a desajustes horizontales o verticales, por exceso o por defecto. (Fig 4.25)



Fig 4.25.- Evaluación del ajuste marginal.

- Puntos de contacto: Se evaluó los puntos de contacto con los dientes adyacentes con seda dental (Vitis Dentaaid) y con papel de articular de 40 micras (Bausch Arti-check, Nashua, USA). Se puntuaron como fuertes, adecuados, flojos o inexistentes. (Fig. 4.26)



Fig 4.26.- Evaluación de los puntos de contacto.

- Oclusión: Se evaluó mediante un papel de articular de 40 micras (Bausch Arti-check, Nashua, USA), registrando si las restauraciones estaban en supraoclusión, adecuadas o en infraoclusión. (Fig 4.27)



Fig. 4.27.- Evaluación de la oclusión.

- Fricción: se valoraba como: excesiva, adecuada o insuficiente, sobre la cofia el muñón. (Fig 4.28)



Fig. 4.28.- Evaluación de la fricción.

Para cada una de las variables, cada operador debía elegir la corona mas adecuada según su criterio.

Reuniendo todos los parámetros debía indicar si cada una de las coronas era clínicamente aceptable o no. Y por último, cada operador elegía la corona que reunía las mejores cualidades clínicas según su opinión. (Anexo 2)

4.7.- REGISTRO DE LA INTERFASE: ARRASTRES

Para registrar la interfase se “cementó” cada corona con su correspondiente preparación, interponiendo una silicona extra fluida de color naranja (Express2 UltraFlow, 3M ESPE), que reproducía el desajuste entre las dos superficies. Las coronas mantenían fijas sobre la preparación mediante presión digital hasta el fraguado total de la silicona, aislando el campo con rollitos de algodón para evitar la contaminación. (Fig 4.29)



fig. 4.29.- Silicona extra fluida en el interior de las coronas

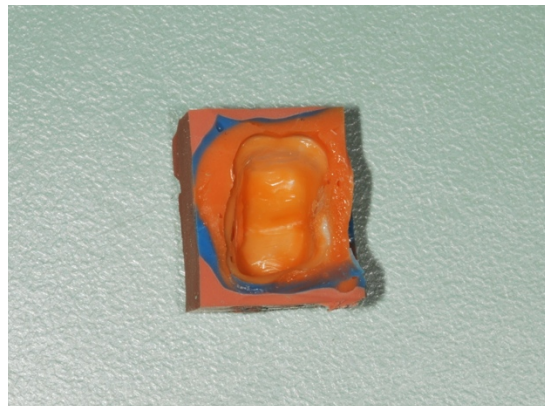
Después para estabilizar el registro, se tomaba una impresión de arrastre convencional, mediante la técnica de la doble mezcla, usando silicona pesada (Express Penta Putty, 3M-ESPE) y fluida (Express Light Body, 3M-ESPE). (Fig 4.30)



Fig. 4.30.- Silicona fluida y pesada para estabilizar el registro

MATERIAL Y MÉTODO

Se obtenía así una corona embutida en silicona, con una fina capa de silicona interna. Posteriormente se realizaban cortes a la impresión con un X-acto, y se aislaba un cubo de silicona que abrazaba la corona. (Fig 4.31) Se marcó la zona vestibular de la corona y se guardaron las muestras en cajas individuales marcadas con el código de identificación. (Fig 4.32)



4.31.- Recorte de los arrastres.



4.32.- Cubo de silicona marcado.

4.8.- CEMENTADO DEFINITIVO

En todos los casos se cementó una corona de zirconio realizada a partir de una impresión convencional (Grupo P) ya que esta técnica sigue considerándose hoy como el “gold estándar”. De esta manera el paciente obtenía su restauración final de igual manera y en el mismo número de citas que si se hubiera realizado un tratamiento totalmente convencional. Esta corona era una copia exacta de la corona convencional evaluada en el protocolo (Grupo C).

Una vez chequeados los puntos de contacto, la oclusión y el color, se procedía al cementado con un cemento de resina autoadhesivo de polimerización dual (Rely X UniCem® 3M). (Fig 4.33)

Se eliminaban los restos de cemento con sonda y seda dental y se daban las recomendaciones oportunas al paciente.



Fig. 4.33.- Corona cementada en 4.4.

4.9.- EVALUACIÓN IN VITRO DEL DESAJUSTE

La evaluación in vitro del desajuste de las coronas, se realizó mediante la medida de la interfase existente entre la corona y la preparación clínica. Para realizar dicha medición se siguió una metodología de registro de la interfase, procesado de las probetas, corte y análisis de las mismas.

4.9.1.- FABRICACIÓN DE LAS PROBETAS

Para estabilizar la interfase registrada como una fina capa de silicona que tapiza el interior de la corona, se rellenó la corona con resina epoxi azul de baja contracción (Delta Form, DeltaMed, Friedberg) y se polimerizó con luz halógena durante 60 segundos. (Fig 4.34)

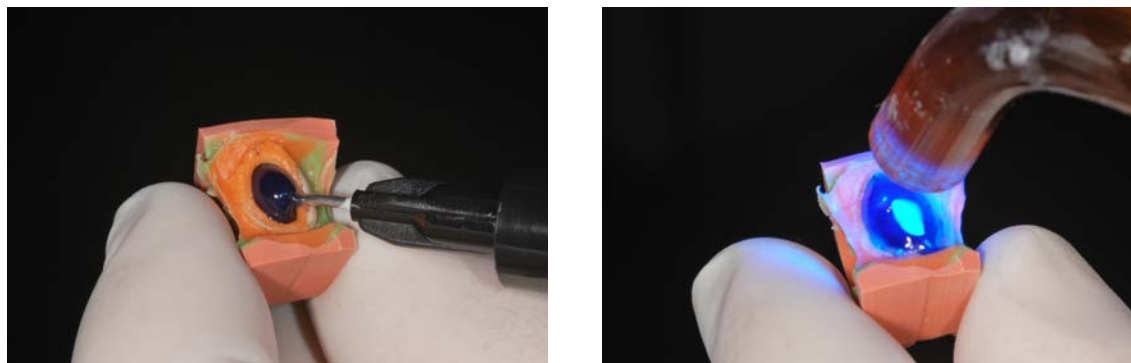


Fig 4.34.- Resina epoxi fotopolimerizable

Posteriormente la corona se embutió en resina de poliéster transparente (Epoxi, Struers, Denmark) preparada con las proporciones recomendadas por el fabricante, en un vaso milimetrado de cristal y ayudados por una pipeta de precisión. (Fig 4.35)

MATERIAL Y MÉTODO



Fig 4.35.- Resina de Poliéster

Se vertió la resina sobre un molde de silicona, donde se hallaba la corona rebasada, dando lugar a bloques de 15x15x15mm, libre de burbujas e imperfecciones. Se marcó en cada bloque la zona vestibular y lingual con un rotulador indeleble. (Fig 4.36)

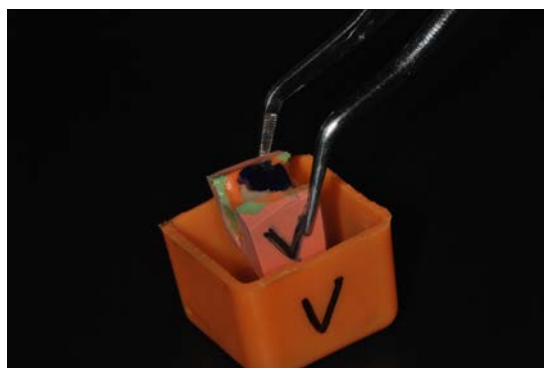


Fig 4.36.- Vertido de resina sobre el molde de silicona

Se dejó fraguar la resina 24 horas, se desmoldaron los bloques y se guardaron en cajas individuales con la codificación pertinente, C (Convencional) o D (Digital) y el número del caso. (Fig 4.37)

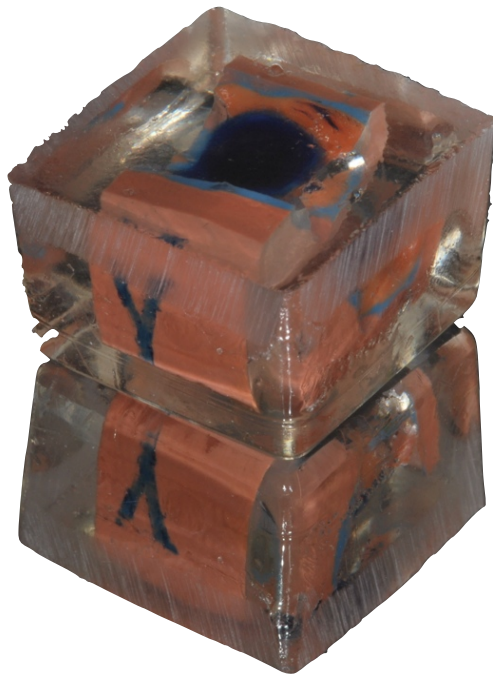


Fig. 4.37.- Bloques de resina fraguados

4.9.2.- CORTE Y PULIDO DE LAS PROBETAS

Las probetas se cortaron por la mitad para acceder al interior de la corona. Para realizar un corte limpio y preciso se usó un Microtomo (Mitutoyo Techmicro, REMET), con un disco de diamante de 0,38 mm de grosor.

Sobre cada bloque, se dibujó con un rotulador negro indeleble de punta fina, una línea en sentido vestibulo-lingual, que atravesaba la mitad de la probeta.

En la mordaza de la recortadora se fijó el bloque. Ayudándonos de una rueda milimetrada que controla la posición del disco diamantado, se hacía coincidir la cuchilla con la línea previamente marcada. Se ponía en funcionamiento el micrótopo, y en aproximadamente 10 minutos las muestras quedaban divididas en 2 partes. (Fig 4.38 y 4.39)

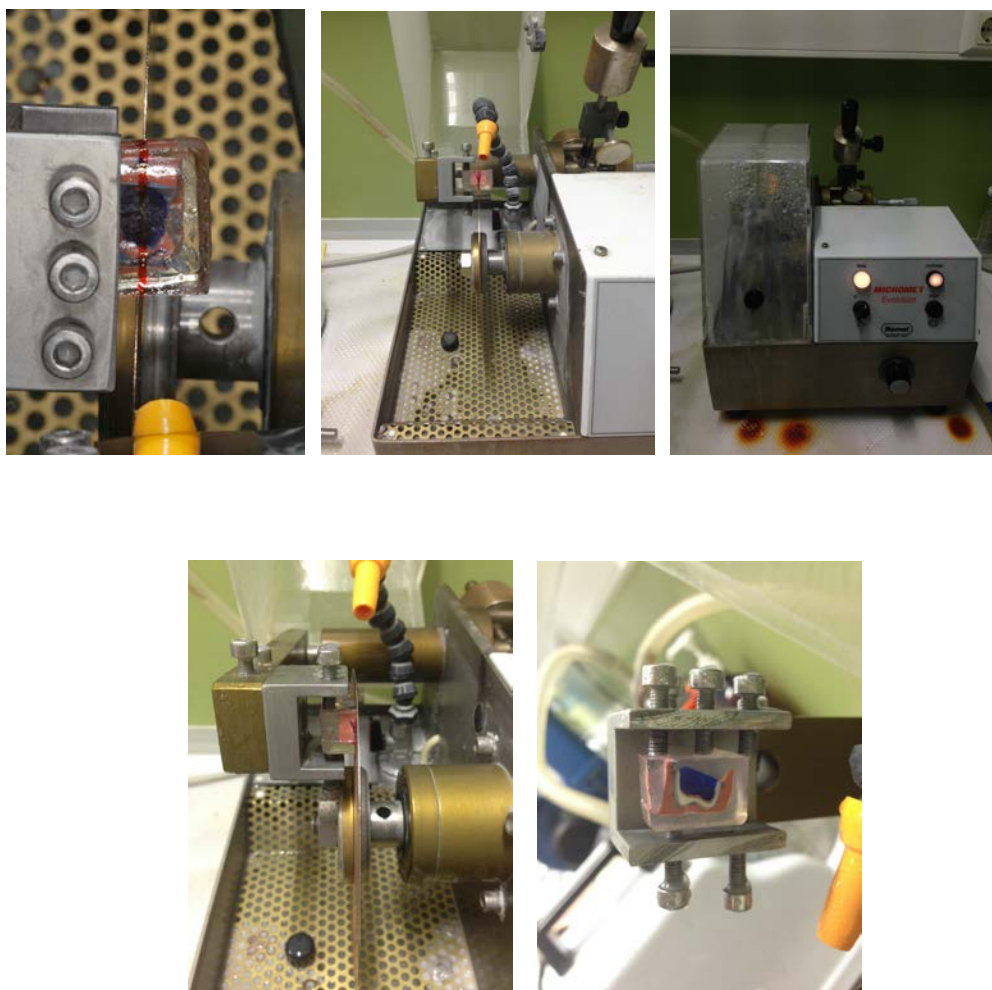


Fig. 4.38.- Secuencia de corte de muestras.

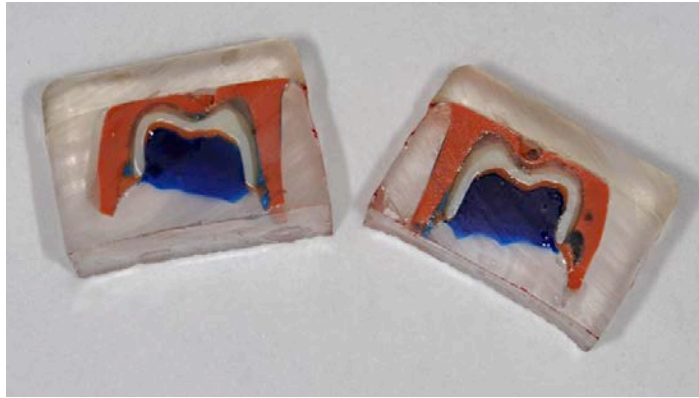


Fig. 4.39.- Muestra seccionada

Una de las secciones, elegida al azar, se preparó para ser analizada en la lupa óptica. Para ello se repasó la cara interna con discos de lija de grosores decrecientes (350, 500, 1000, 1200, 2000, 2500) y un disco de fieltro, montados en un motor con refrigeración (LS 2, REMET), dejando una superficie suave y pulida. (Fig 4.40)

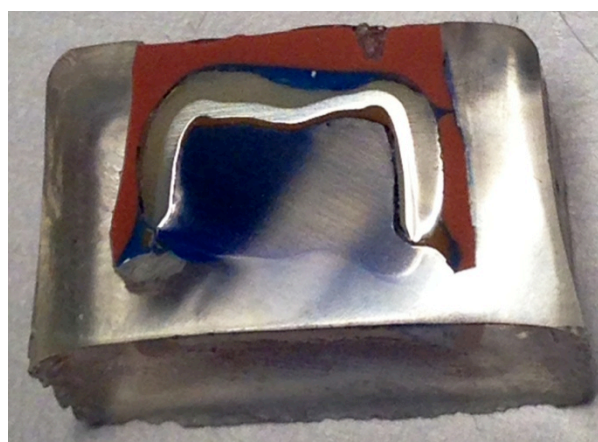
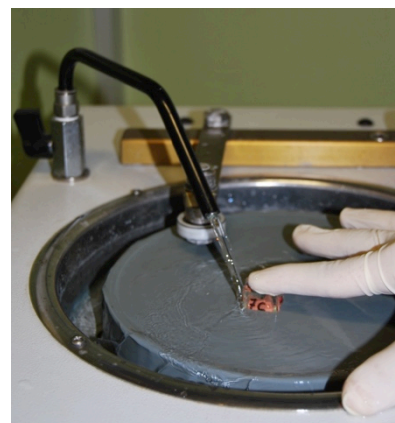


Fig. 4.40.- Pulido de las muestras.

4.9.3.- ANÁLISIS DE LAS PROBETAS

Las secciones a estudiar se analizaron con el Stereo Microscopio M125 (LEICA, Bensheim, Germany). Este dispositivo, también llamado lupa binocular, es un instrumento óptico que produce una imagen aumentada del objeto que se observa a través de ella. Permite visualizar objetos opacos y tridimensionales, sin previa preparación. La visión se produce por reflexión de luz externa, por lo que no es necesario que esta atraviese la muestra como en el microscopio óptico convencional. (Fig 4.41 y 4.42)

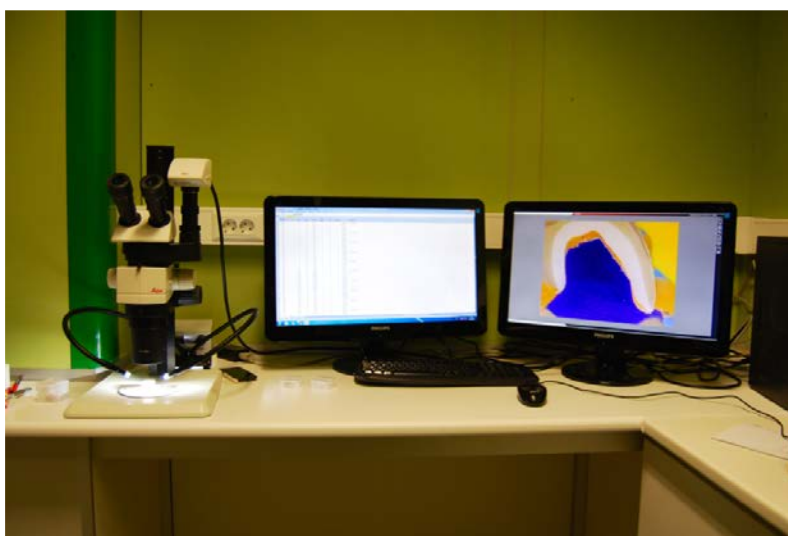


Fig. 4.41.- Lupa binocular asociada al ordenador



Fig. 4.42.- Fuente de luz externa para la visualización de la muestra

Cada probeta debía ser paralelizada con la superficie de la mesa antes de ser analizada por la lupa. Para ello se usó la aplicación “Brújula” instalada en un dispositivo iPhone 5 (Apple Inc. California. USA), y un bloque de plastilina colocada sobre un portaobjetos de cristal de laboratorio.(Fig. 4.43)

La muestra se movía hasta que el dispositivo indicaba una inclinación de 0°.(Fig.4.44)

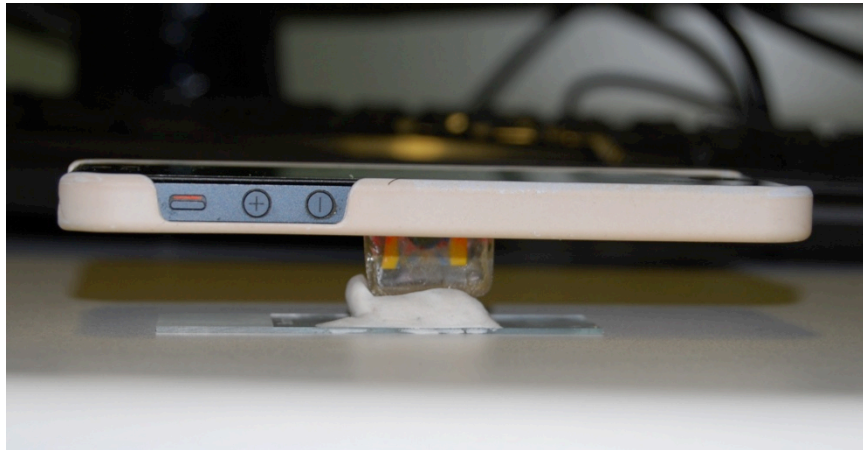


Fig. 4.43.- Paralelización de la muestra

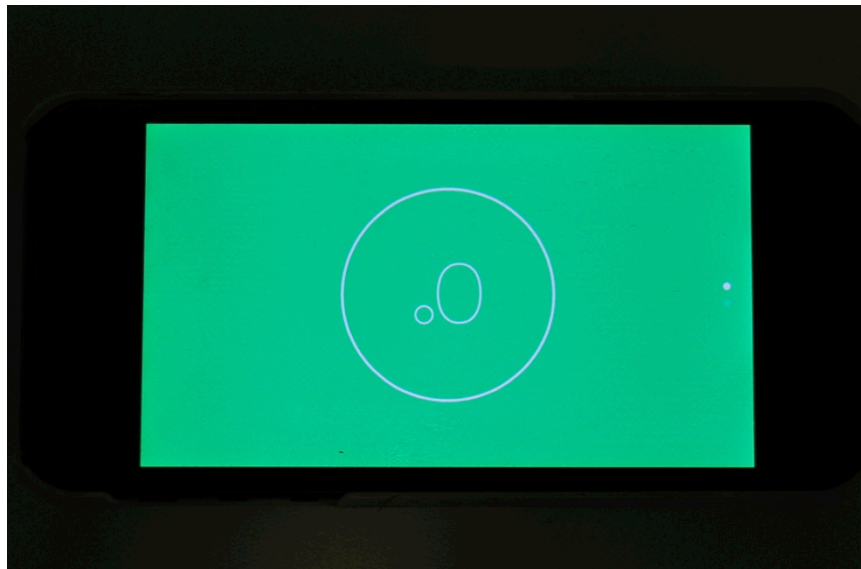


Fig. 4.44.- Dispositivo indicando 0°

MATERIAL Y MÉTODO

La muestra se colocaba bajo la lupa, alumbrada por la fuente de luz externa. Ayudados por una cámara (Hitachi CCTV HV-720E, Hitachi Ltd, Tokio, Japan) y el software Leica Application Suite (LEICA), que se encontraban asociados a la lupa, se capturaba y se calibraba la imagen de la muestra de forma rutinaria a 40 aumentos (40X). (Fig 4.45)

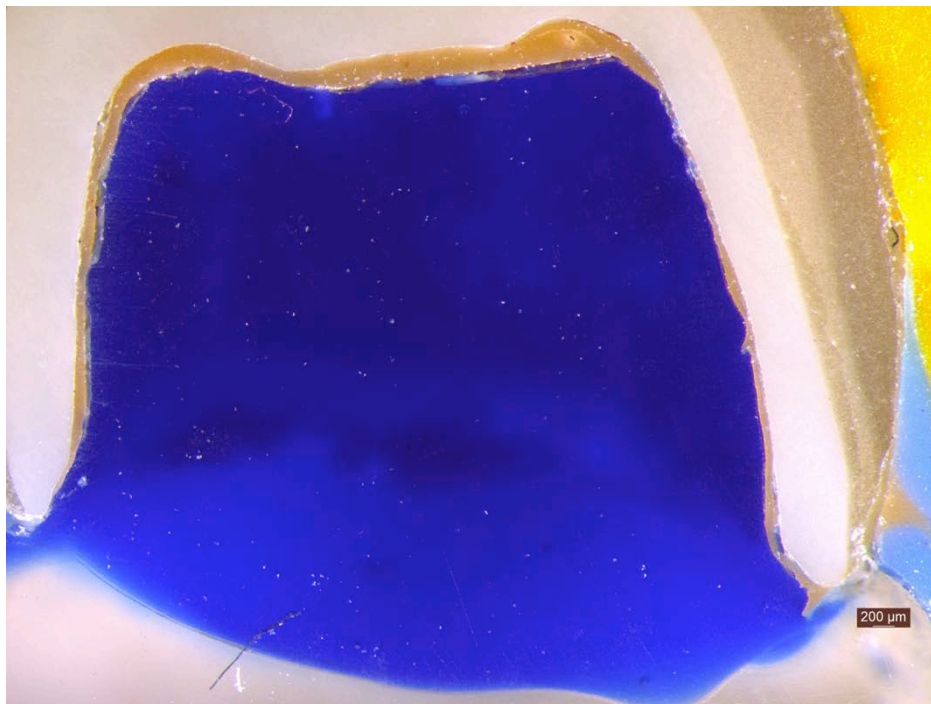


Fig. 4.45.- Imagen capturada de la muestra 27C.

Sobre la imagen, se midió el desajuste interno de la corona mediante cinco medidas lineales del grosor de la interfase (línea naranja) en siete zonas de la preparación dental, obteniendo 35 mediciones por cada corona. (Fig. 4.46)

Las mediciones se distribuyeron de la siguiente forma:

- Margen Bucal (5x)
- Pared Axial Bucal (5x)
- Cúspide Bucal (5x)
- Fosa intercuspídea (5x)
- Cúspide Lingual (5x)
- Pared Axial Lingual (5x)
- Margen Lingual (5x)

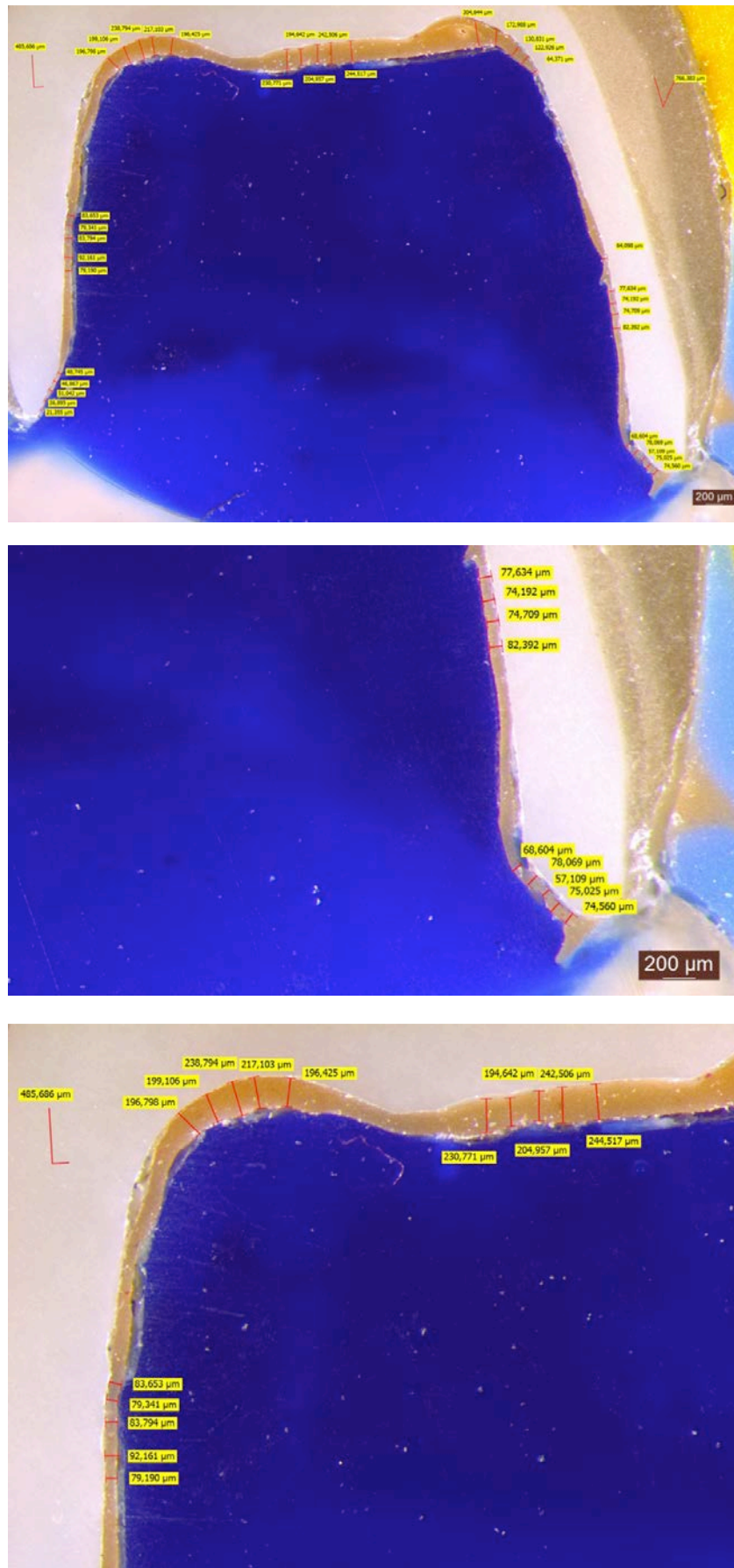


Fig. 4.46.- Vista general y en detalle del desajuste interno de la corona 27C

MATERIAL Y MÉTODO

Todas las muestras fueron analizadas por dos operadores calibrados y entrenados, que realizaban las mediciones en días alternos, en solitario y con la luz de la habitación apagada para favorecer la resolución de la imagen.

Los datos obtenidos fueron resumidos y archivados en una hoja de cálculo Microsoft® Excel 2011 para Mac versión 14.0.0 (Microsoft Corp, USA), indicando:

- Número de espécimen
- Técnica de impresión a la que pertenece
- Zona de medición (Margen, axial, cúspide o fosa)
- Superficie dental (Vestibular, lingual u oclusal)
- Medición en micras

Por cada zona a medir, se realizaban 5 medidas lineales y se realizaba la media aritmética de la misma. Obteniendo para cada corona 7 valores que correspondían a las 7 zonas analizadas. Como se realizaron dos mediciones de cada espécimen, se realizó posteriormente la media aritmética de los dos resultados obtenidos. (Fig 4.47)

Nº CASO	TECNICA	TECNICA SPSS	ZONA	ZONA SPSS	LADO	LADO SPSS	DESAJUSTE
1	Conv.	1	Margen	1	B	1	134,711609
2	1	Conv.	1	Margen	1	L	328,713413
3	1	Conv.	1	Axial	2	B	245,284997
4	1	Conv.	1	Axial	2	L	177,465933
5	1	Conv.	1	Cusp.	3	B	287,213772
6	1	Conv.	1	Cusp.	3	L	423,032909
7	1	Conv.	1	Fosa	4	O	378,35892
8	2	Conv.	1	Margen	1	B	96,0370807
9	2	Conv.	1	Margen	1	L	150,020367
10	2	Conv.	1	Axial	2	B	111,867952
11	2	Conv.	1	Axial	2	L	134,421659
12	2	Conv.	1	Cusp.	3	B	303,772831
13	2	Conv.	1	Cusp.	3	L	147,52173
14	2	Conv.	1	Fosa	4	O	241,09703
15	3	Conv.	1	Margen	1	B	157,715658
16	3	Conv.	1	Margen	1	L	86,4400843
17	3	Conv.	1	Axial	2	B	110,171278
18	3	Conv.	1	Axial	2	L	217,169309
19	3	Conv.	1	Cusp.	3	B	272,820024
20	3	Conv.	1	Cusp.	3	L	306,203518
21	3	Conv.	1	Fosa	4	O	247,527073
22	4	Conv.	1	Margen	1	B	27,235609
23	4	Conv.	1	Margen	1	L	105,014726
24	4	Conv.	1	Axial	2	B	56,167858
25	4	Conv.	1	Axial	2	L	98,4919382
26	4	Conv.	1	Cusp.	3	B	300,828804
27	4	Conv.	1	Cusp.	3	L	172,605133
28	4	Conv.	1	Fosa	4	O	376,512834
29	5	Conv.	1	Margen	1	B	304,002612
30	5	Conv.	1	Margen	1	L	104,216635
31	5	Conv.	1	Axial	2	B	182,027525
32	5	Conv.	1	Axial	2	L	74,871977
33	5	Conv.	1	Cusp.	3	B	457,324302
34	5	Conv.	1	Cusp.	3	L	361,233321
35	5	Conv.	1	Fosa	4	O	649,829088
36	5	Conv.	1	Fosa	4	O	649,829088

LEYENDA

TECNICA	1	ONVENCIONAL
2	2	TRIOS

ZONA	1	MARGEN
2	2	AXIAL
3	3	CÚSPIDE
4	4	FOSA

LADO	1	BUCAL
2	2	LINGUAL
3	3	OCCLUSAL

Fig. 4.47.- Resultados archivados en una hoja Excel para Mac

4.10.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos se analizaron con el programa SPSS® 19.0 para Mac (SPSS IBM, Inc, Chicago, Illinois, USA). Se realizó los siguientes análisis:

4.10.1.- ANÁLISIS DE LAS VARIABLES CLÍNICAS

Para analizar los resultados del grado de acuerdo entre examinadores (examinador 1 y examinador 2) se utilizó el **Índice de concordancia Kappa de Cohen**. Para interpretar los resultados nos basamos en la tabla proporcionada por Landis y Koch de 1977. (Fig 4.48)

ÍNDICE DE KAPPA	FUERZA DE CONCORDANCIA
< 0,00	SIN ACUERDO
0,00 – 0,20	MUY BAJO
0,21 – 0,40	BAJO
0,41 – 0,60	MODERADO
0,61 – 0,80	BUENO
0,81 – 1,00	MUY BUENO

Fig. 4.48.- Tabla de Landis y Koch

Para evaluar las diferencias entre las variables dicotómicas y comprobar si la hipótesis nula, H_0 (H_0 = No existen diferencias con respecto al ajuste marginal, puntos de contacto, oclusión, fricción y elección final entre las coronas realizadas por el método convencional y las realizadas por el método digital) era cierta, se realizó un test **Chi-cuadrado de Pearson** para un nivel de significación de **alfa=0,05**.

4.10.2.- ANÁLISIS DEL DESAJUSTE “INVITRO”

Para analizar el desajuste de las coronas se realizaron las siguientes pruebas estadísticas:

- 1.- Estadística **descriptiva** de la muestra y de todas las variables.
- 2.- Estadística **inferencial**:

Se comprobó la normalidad de la distribución de la muestra con el test de **Kolmogorov-Smirnov** para todas las variables.

Para las distribuciones normales se utilizó el test de la **t de Student** para muestras pareadas.

Las distribuciones no normales se analizaron con las pruebas no Paramétricas indicadas, en este caso la prueba de la U de **Mann-Whitney** y el test de **Kruskall-Wallis**.

Se realizó el **ANOVA** de un factor, modificado con el test de **Bonferroni**, para el estudio de las diferencias inter-grupo.

El nivel de significación se estableció en el 5%, ($\alpha = 0,05$), para todas las variables y todas las pruebas estadísticas.



V.- RESULTADOS

5.- RESULTADOS

5.1.- ANÁLISIS “IN VITRO” DEL AJUSTE MARGINAL Y DESAJUSTE INTERNO

Una vez concluido el estudio microscópico de las 60 muestras realizadas, se obtuvieron un total de 2100 medidas tras el análisis de 7 zonas. De cada zona se obtuvieron 5 mediciones y se realizó la media aritmética.

Las probetas se agruparon en dos grupos, según el sistema de impresión (Elastómeros y TRIOS), utilizado para la confección de las coronas, obteniéndose 1050 mediciones por grupo.

Las variables estudiadas fueron:

A) Variable Dependiente principal, cuantitativa continua:

- Discrepancia interna de la cofia cerámica con el diente tallado

B) Variables Independientes o explicativas, cualitativas nominales:

- Sistema de impresión empleado para la obtención del modelo de trabajo: convencional o digital.
- Zona de medición, variable categórica con 4 niveles: Margen, pared axial, cúspide, fosa.
- Superficie del diente, variable categórica con 3 niveles: Vestibular, lingual y oclusal.

5.1.1.- ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

El análisis descriptivo de la muestra se realizó utilizando la población total de restauraciones.

Dicho análisis se llevo a cabo según la naturaleza de las variables:

- Tamaño de la muestra, media, desviación estándar, mediana y el limite superior e inferior con un intervalo de confianza del 95%. Estos factores son los que definen la variable numérica, pues como toda variable cuantitativa precisa de una medida de centralización (media y mediana, que son valores representativos de la muestra) y otra de dispersión (como la desviación estándar de la media que muestran el grado de agrupación-disgregación de la muestra).

5.1.1.1.- DESAJUSTE GLOBAL

Teniendo en cuenta todos los datos de desajuste para ambos grupos se obtuvieron los siguientes resultados:

					INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
		N	MEDIA	DESV. ESTÁNDAR	INF	SUP
GLOBAL	CONVENCIONAL	200	185,4	112,1	169,3	200,71
	DIGITAL	199	170,9	119,4	154,2	187,6

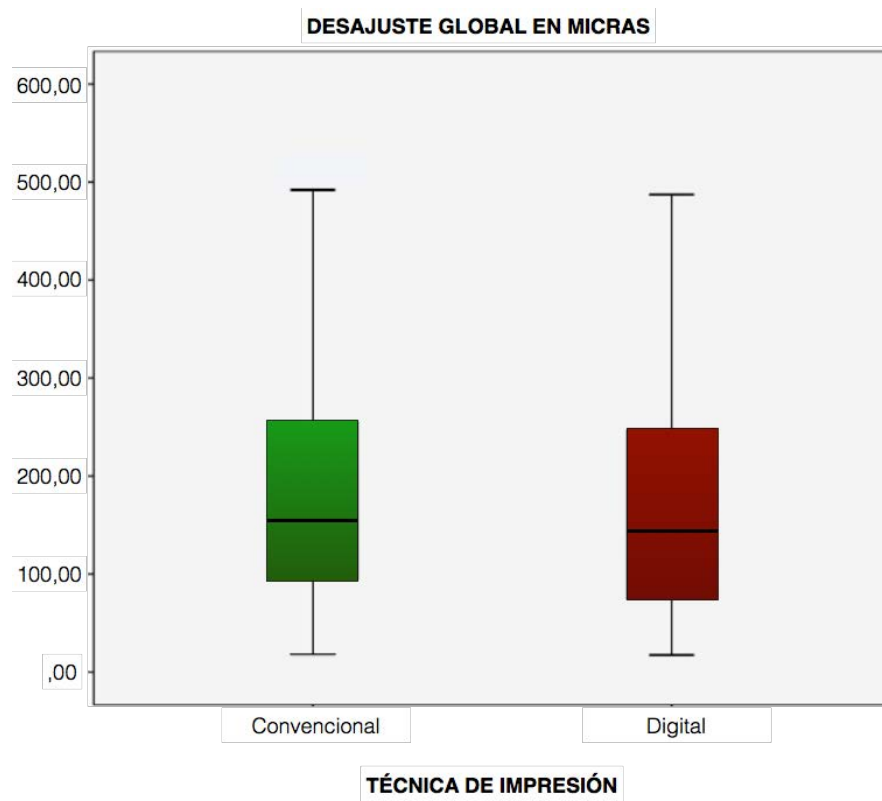


Fig. 5.1.- Estadística descriptiva y diagrama de cajas del desajuste global

5.2.1.2.- AJUSTE MARGINAL

Teniendo en cuenta todos los datos de desajuste en la zona marginal para ambos grupos se obtuvieron los siguientes resultados:

					INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
MARGEN		N	MEDIA	DESV. ESTÁNDAR	INF	SUP
	CONVENCIONAL	59	119,9	59,9	104,3	135,5
	DIGITAL	57	106,6	69,6	88,1	125,1

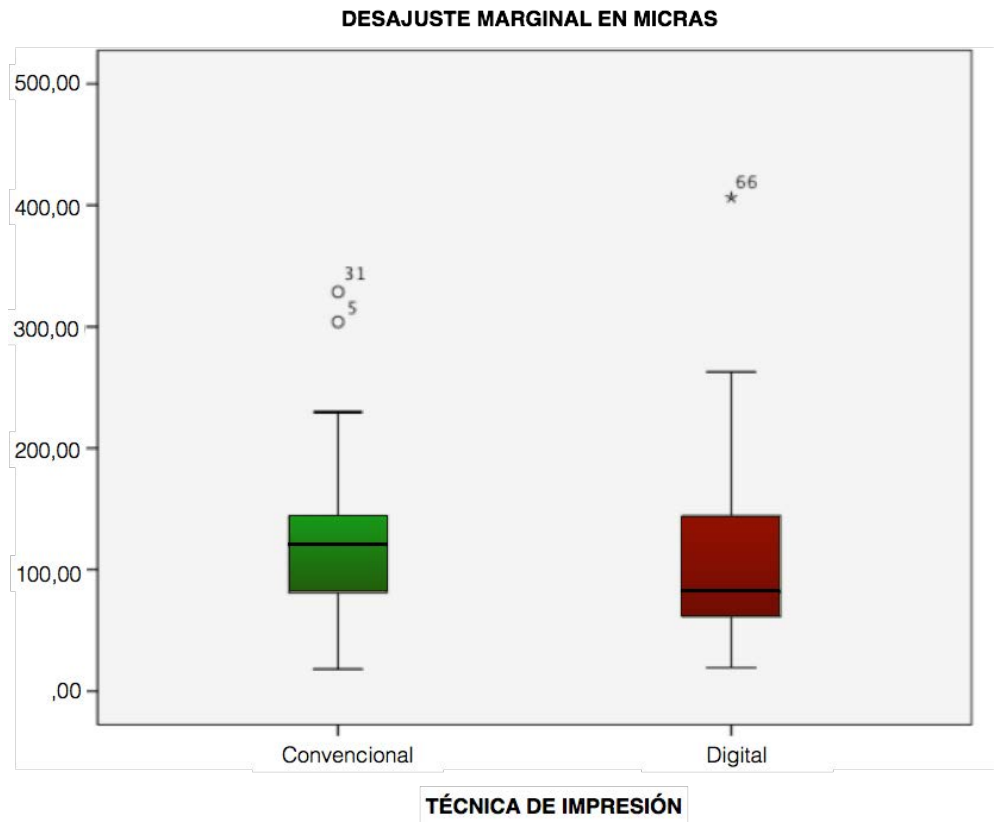


Fig. 5.2.- Estadística descriptiva y diagrama de cajas del ajuste marginal.

5.1.1.3.- DESAJUSTE EN LA PARED AXIAL

Teniendo en cuenta todos los datos de desajuste en la zona axial para ambos grupos se obtuvieron los siguientes resultados:

					INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
AXIAL		N	MEDIA	DESV. ESTÁNDAR	INF	SUP
	CONVENCIONAL	57	105,2	49,8	92,0	118,4
	DIGITAL	58	82,8	40,3	72,2	93,4

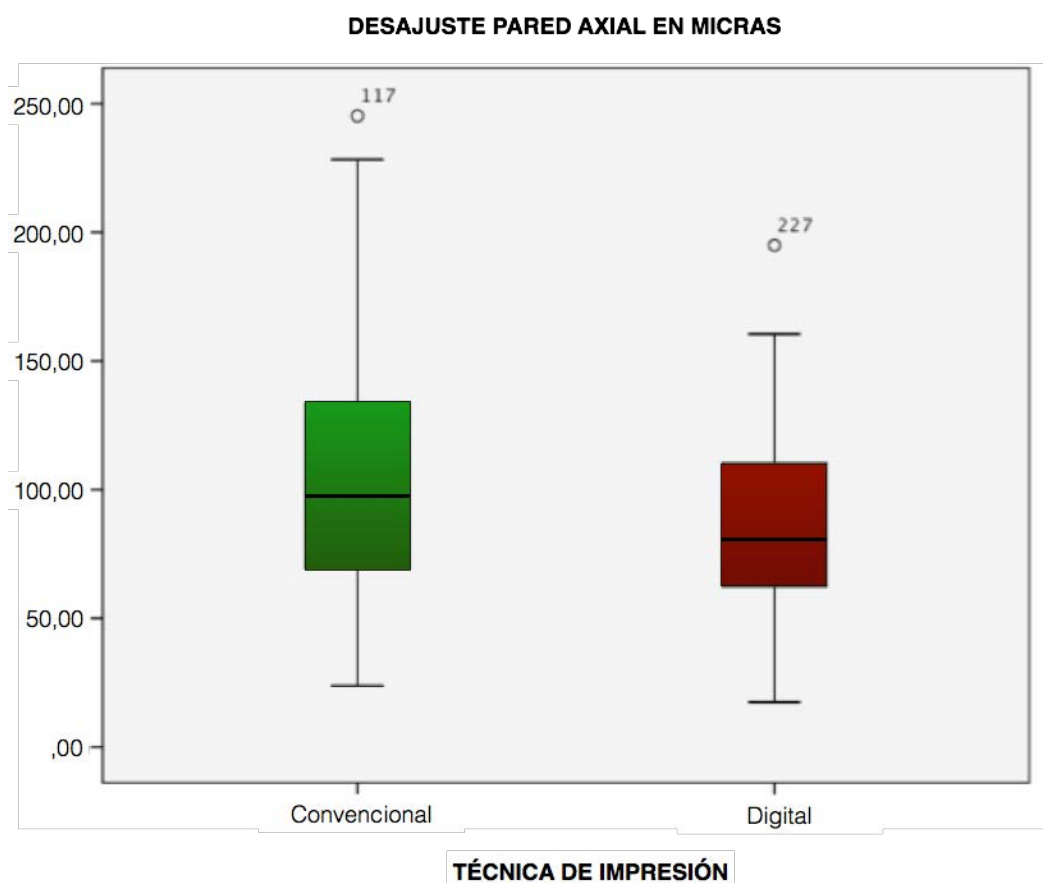


Fig. 5.3.- Estadística descriptiva y diagrama de cajas del ajuste axial

5.1.1.4.- DESAJUSTE EN LAS CÚSPIDES

Teniendo en cuenta todos los datos de desajuste en la zona de las cúspides, para ambos grupos se obtuvieron los siguientes resultados:

					INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
CÚSPIDES		N	MEDIA	DESV. ESTÁNDAR	INF	SUP
	CONVENCIONAL	59	287,6	93,8	262,7	311,6
	DIGITAL	55	275,4	95,6	249,6	301,8

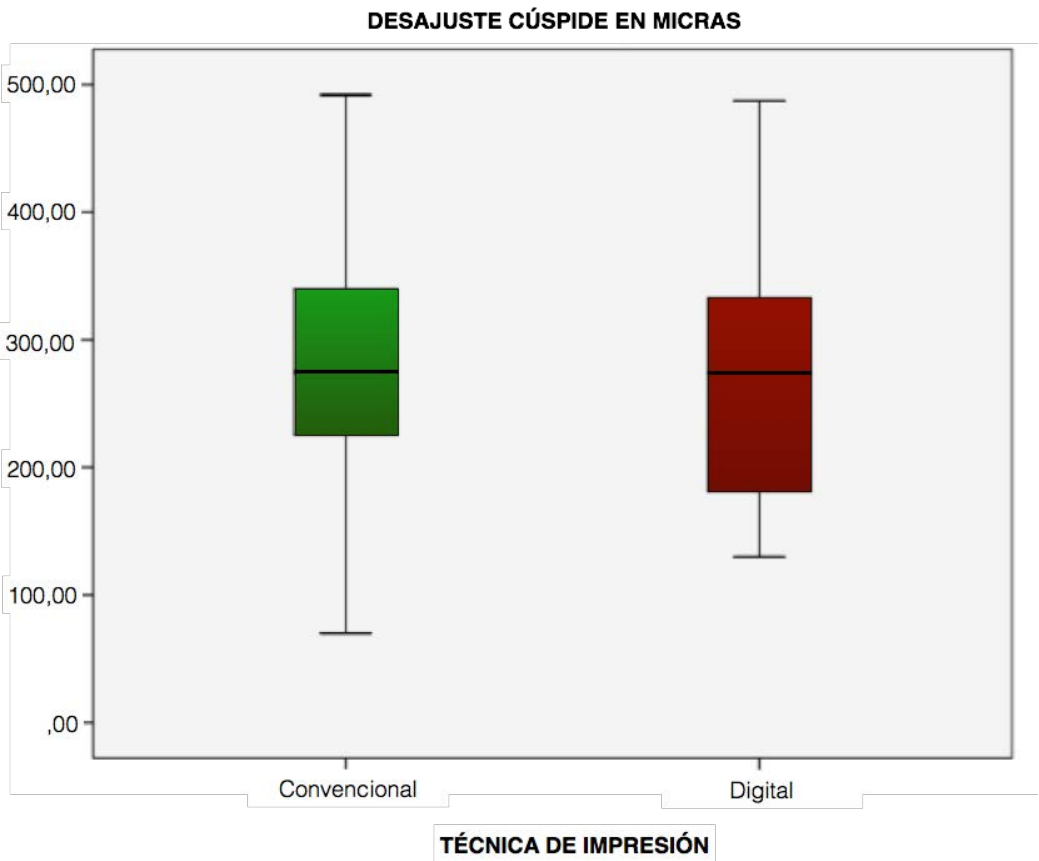


Fig. 5.4.- Estadística descriptiva y diagrama de cajas del desajuste en las cúspides

5.1.1.5.- DISCREPANCIA INTERNA DE LA FOSA

Teniendo en cuenta todos los datos de desajuste en la zona de la fosa intercuspídea, para ambos grupos se obtuvieron los siguientes resultados:

					INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
FOSA		N	MEDIA	DESV. ESTÁNDAR	SUP	INF
	CONVENCIONAL	25	279,5	91,6	241,6	317,3
	DIGITAL	29	275,1	114,0	231,7	318,5

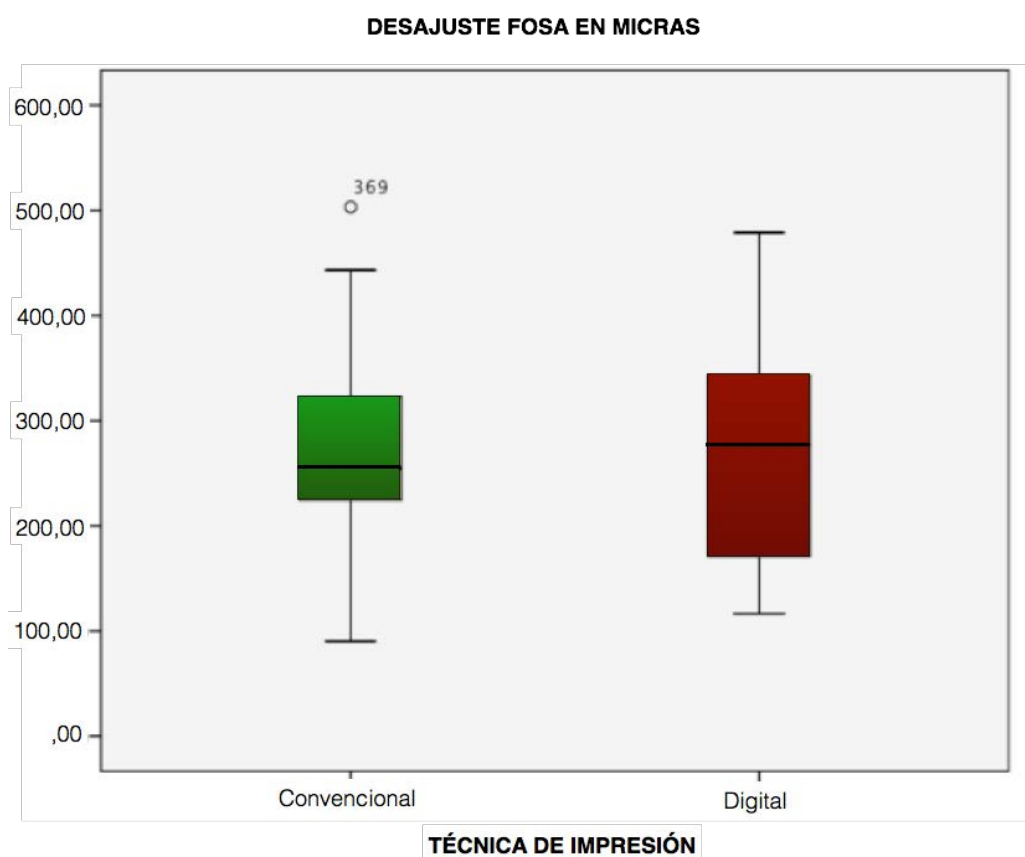


Fig. 5.5.- Estadística descriptiva y diagrama de cajas del desajuste en la fosa

RESULTADOS

5.1.1.6.- DESAJUSTE BUCAL

Teniendo en cuenta todos los datos de desajuste en la zona bucal, para las tres zonas de medición (margen, axial y cúspide) se obtuvieron los siguientes resultados:

					INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
BUCAL		N	MEDIA	DESV. ESTÁNDAR	SUP	INF
	CONVENCIONAL	87	173,6	112,4	149,7	197,6
	DIGITAL	85	150,2	112,6	125,9	174,5

Fig. 5.6.- Estadística descriptiva del desajuste bucal

5.1.1.7.- DESAJUSTE LINGUAL

Teniendo en cuenta todos los datos de desajuste en la zona lingual, para las tres zonas de medición (margen, axial y cúspide) se obtuvieron los siguientes resultados:

					INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
LINGUAL		N	MEDIA	DESV. ESTÁNDAR	SUP	INF
	CONVENCIONAL	88	169,4	105,4	147,1	191,8
	DIGITAL	85	156,0	110,3	132,2	179,8

Fig. 5.7.- Estadística descriptiva del desajuste lingual

5.1.1.8.- DESAJUSTE OCLUSAL

Teniendo en cuenta todos los datos de desajuste en la zona oclusal, se obtuvieron los siguientes resultados:

					INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
OCLUSAL		N	MEDIA	DESV. ESTANDAR	SUP	INF
	CONVENCIONAL	25	279,5	91,6	241,6	317,3
	DIGITAL	29	275,1	114,0	231,7	318,5

Fig. 5.8.- Estadística descriptiva del desajuste oclusal

5.1.1.9.- COMPARACIÓN DEL DESAJUSTE POR GRUPOS

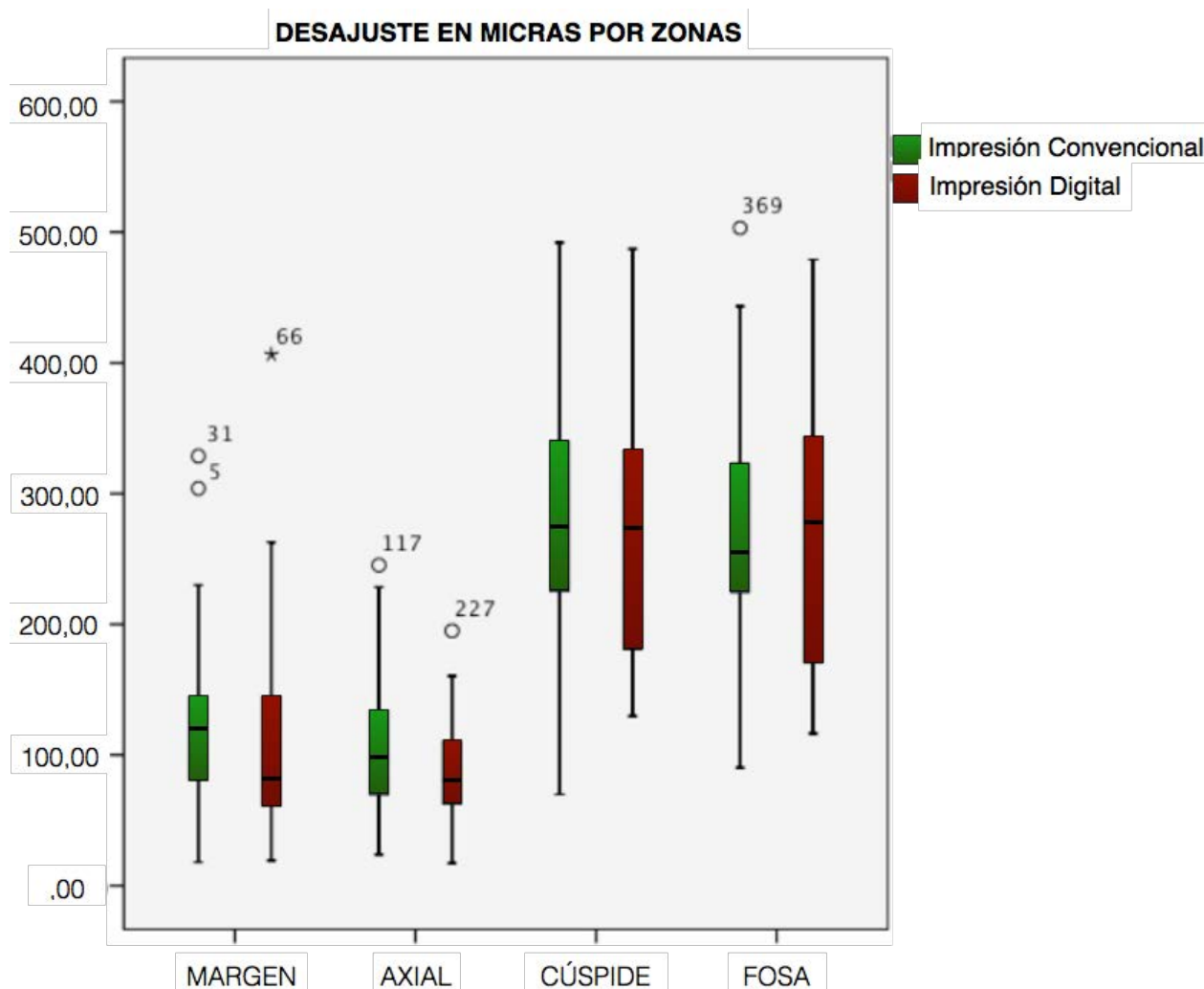


Fig. 5.9.- Diagrama de cajas (Boxplot) del desajuste por zonas

En el diagrama 5.9 se representa el desajuste marginal e interno de los dos grupos de coronas. Se observa que los valores más bajos de desajuste corresponden con las zonas “Margen” y “Pared Axial”, siendo similar entre los dos grupos.

Las zonas “Cúspide” y “Fosa” presentan mayores desajustes, siendo también similar entre las coronas convencionales y las digitales.

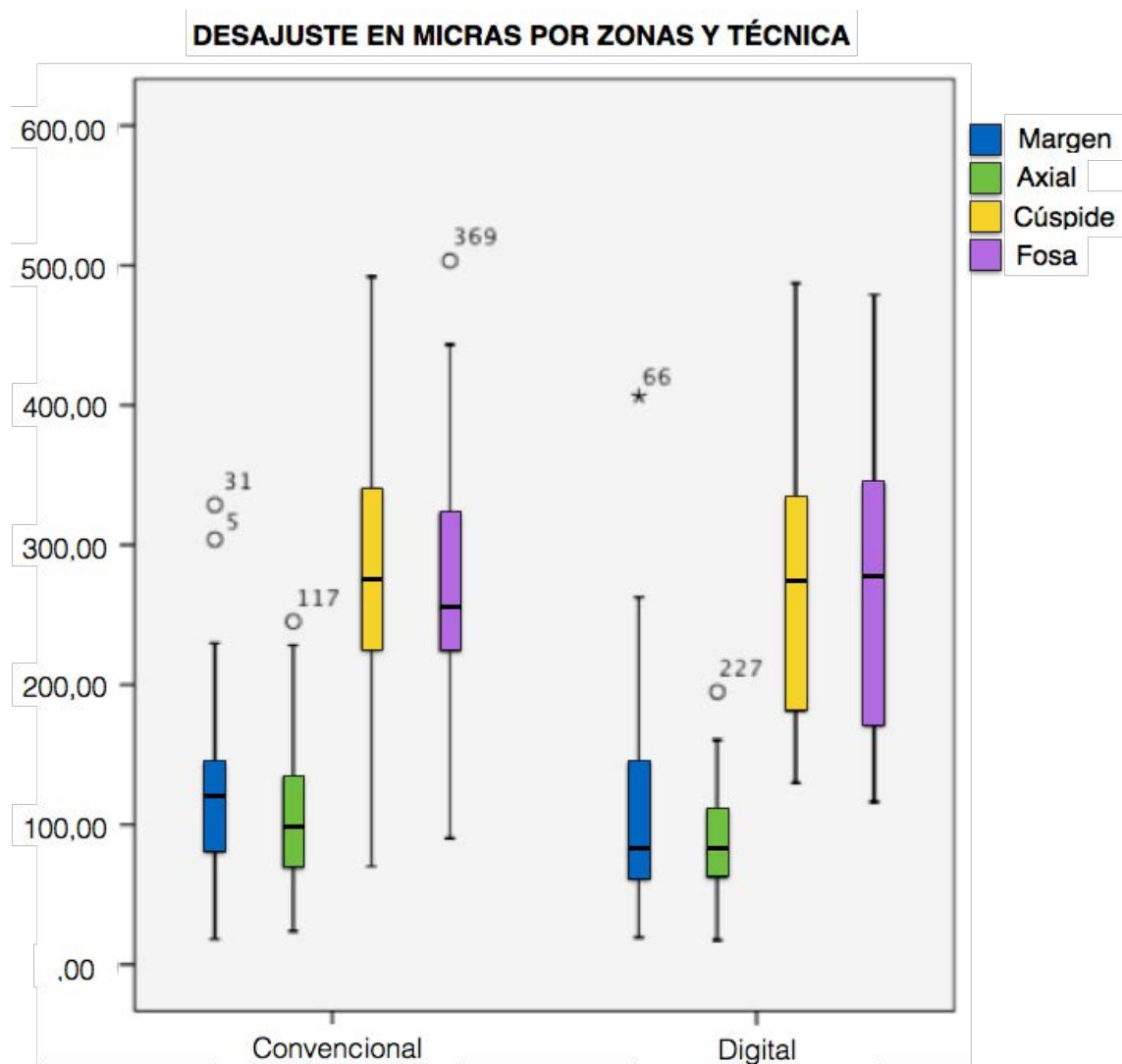


Fig. 5.10.- Diagrama de cajas (Boxplot) del desajuste según la zona y la técnica.

En la figura 5.10 se representa el desajuste de las coronas según el grupo al que pertenecen y según la zona estudiada. Se puede observar que el patrón de la gráfica es similar entre los dos grupos cuando se tienen en cuenta las diferentes zonas.

RESULTADOS

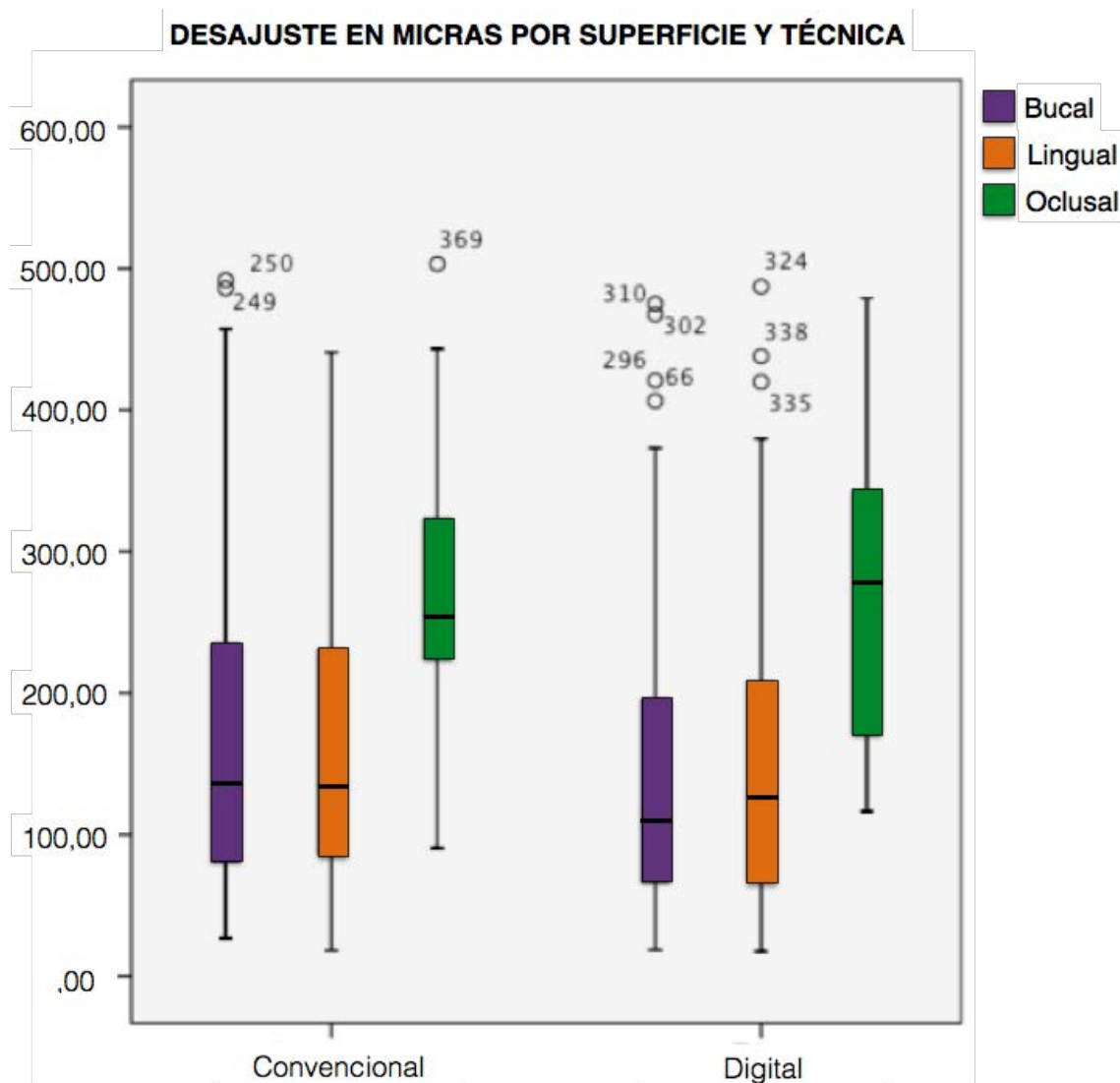


Fig. 5.11- Diagrama de cajas (Boxplot) del desajuste según la superficie

En la figura 5.11 se representa el desajuste de las coronas convencionales y digitales según la superficie dental, separadas en vestibular, lingual u oclusal.

Para ambos tipos de corona, los valores para las variables vestibular y lingual son similares, siendo la variable oclusal la que obtiene valores más altos.

5.1.2.- PRUEBAS DE NORMALIDAD

Para poder analizar la normalidad de la distribución se aplicaron las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov.

5.1.2.1- DESAJUSTE GLOBAL

Para los resultados de desajuste global, para ambos grupos se obtuvieron los siguientes resultados en la prueba de Kolmogorov-Smirnov

A) Técnica de Elastómeros o convencional: Se obtuvo una significación de 0.0001, por lo tanto, no se puede aceptar que la distribución cumpla los criterios de normalidad. (Fig. 5.12)

Pruebas de normalidad ^a			
Técnica de impresión	Kolmogorov-Smirnov ^b		
	Estadístico	gl	Sig.
Ajuste de la restauración Elastómeros	,129	200	,000

a. Técnica de impresión = Elastómeros

b. Corrección de la significación de Lilliefors

Fig. 5.12.- Prueba de normalidad para la variable desajuste global elastómeros

B) Técnica TRIOS o Digital: Se obtuvo una significación de 0.0001 por lo tanto, no se puede aceptar que la distribución cumpla los criterios de normalidad (Fig. 5.13)

Pruebas de normalidad ^a			
Técnica de impresión	Kolmogorov-Smirnov ^b		
	Estadístico	gl	Sig.
Ajuste de la restauración Trios	,159	199	,000

a. Técnica de impresión = Trios

b. Corrección de la significación de Lilliefors

Fig. 5.13.- Prueba de normalidad para la variable desajuste global TRIOS

5.1.2.2- DESAJUSTE POR ZONAS

A) Técnica de Elastómeros o convencional: Para todas las zonas de medición se obtuvieron valores de p mayores de 0,05, por lo que se aceptó que las distribuciones de las distintas zonas cumplían los principios de normalidad.. (Fig. 5.14)

Pruebas de normalidad ^a				
Zona de la restauración		Kolmogorov-Smirnov ^b		
		Estadístico	gl	Sig.
Ajuste de la restauración	Margen	,112	59	,065
	Axial	,104	57	,192
	Cúspide	,092	59	,200*
	Fosa	,126	25	,200*

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Técnica de impresión = Elastómeros

b. Corrección de la significación de Lilliefors

Fig 5.14.- Prueba de normalidad por zonas en coronas convencionales

B) Técnica TRIOS o Digital: Para todas las zonas de medición se obtuvieron valores de p mayores de 0,05, por lo que se aceptó que las distribuciones de las distintas zonas cumplían los principios de normalidad excepto para el margen. (Fig 5.15)

Pruebas de normalidad ^a				
Zona de la restauración		Kolmogorov-Smirnov ^b		
		Estadístico	gl	Sig.
Ajuste de la restauración	Margen	,148	57	,003
	Axial	,073	58	,200*
	Cúspide	,111	55	,090
	Fosa	,161	29	,054

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Técnica de impresión = Trios

b. Corrección de la significación de Lilliefors

Fig 5.15.- Prueba de normalidad por zonas en coronas digitales

5.1.2.3- DESAJUSTE POR SUPERFICIE

A) Técnica de Elastómeros o convencional: Para las superficies bucal y lingual se obtuvo un valor de $p=0,0001$, lo que supone que no se pudo aceptar el cumplimiento de la normalidad para el grupo estudiado. En cambio para la superficie oclusal la distribución fue Normal. (Fig. 5.16)

Pruebas de normalidad ^a				
	Superficie del diente	Kolmogorov-Smirnov ^b		
		Estadístico	gl	Sig.
Ajuste de la restauración	Bucal	,155	87	,000
	Lingual	,160	88	,000
	Oclusal	,126	25	,200*

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Técnica de impresión = Elastómeros

b. Corrección de la significación de Lilliefors

Fig. 5.16.- Prueba de normalidad por superficies en coronas convencionales

B) Técnica TRIOS o digital: Para las superficies bucal y lingual se obtuvo un valor de $p=0,0001$, lo que supone que no se pudo aceptar el cumplimiento de la normalidad para el grupo estudiado. En cambio para la superficie oclusal la distribución fue Normal. (Fig. 5.17)

Pruebas de normalidad ^a				
	Superficie del diente	Kolmogorov-Smirnov ^b		
		Estadístico	gl	Sig.
Ajuste de la restauración	Bucal	,153	85	,000
	Lingual	,161	85	,000
	Oclusal	,161	29	,054

a. Técnica de impresión = Trios

b. Corrección de la significación de Lilliefors

Fig 5.17.- Prueba de normalidad por superficies en coronas digitales

RESULTADOS

Todos los resultados de la prueba de normalidad se resumen en la tabla 5.18.

	CONVENCIONAL		DIGITAL	
	SIGNIFICACIÓN	NORMALIDAD	SIGNIFICACIÓN	NORMALIDAD
GLOBAL	0,000	NO	0,000	NO
MARGEN	0,065	SI	0,03	NO
AXIAL	0,192	SI	0,200	SI
CÚSPIDE	0,200	SI	0,090	SI
FOSA	0,200	SI	0,054	SI
BUCAL	0,000	NO	0,000	NO
LINGUAL	0,000	NO	0,000	NO
OCLUSAL	0,200	SI	0,054	SI

Fig. 5.18.- Tabla resumen de los resultados de las pruebas de normalidad

Las variables que superaron el test de normalidad fueron posteriormente analizadas con la t de Student para muestras pareadas. En este caso, margen, axial, cúspide y fosa.

Las variables que no superaron el test de normalidad fueron analizadas con pruebas No Paramétricas. Se usó la prueba de U de Mann-Whitney para la variable ajuste global. Las variables de la superficie del diente (Bucal, lingual y oclusal) se analizaron con el test de Kruskal-Wallis.

5.1.3.- ESTADÍSTICA INFERENCIAL

5.1.3.1- DESAJUSTE GLOBAL

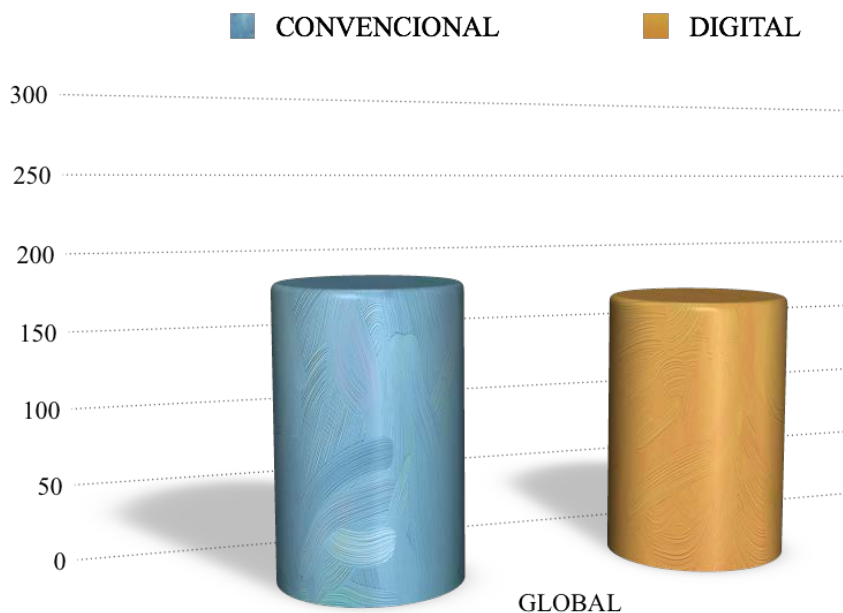


Fig. 5.19.- Representación gráfica del valor medio de desajuste global

Las coronas convencionales obtuvieron una discrepancia media global de $185 \pm 112 \mu$ y las coronas digitales $170 \pm 119 \mu$. Al aplicar el test de Mann-Whitney se obtuvo una significación de $p=0,107$, por lo tanto No se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos. (Fig. 5.20)

Estadísticos de contraste ^a	
	Ajuste de la restauración
U de Mann-Whitney	18042,000
W de Wilcoxon	37942,000
Z	-1,613
Sig. asintót. (bilateral)	,107

a. Variable de agrupación: Técnica de impresión

Fig. 5.20.- Prueba No paramétrica de la U de Mann-Whitney

RESULTADOS

5.1.3.2- DESAJUSTE POR ZONAS

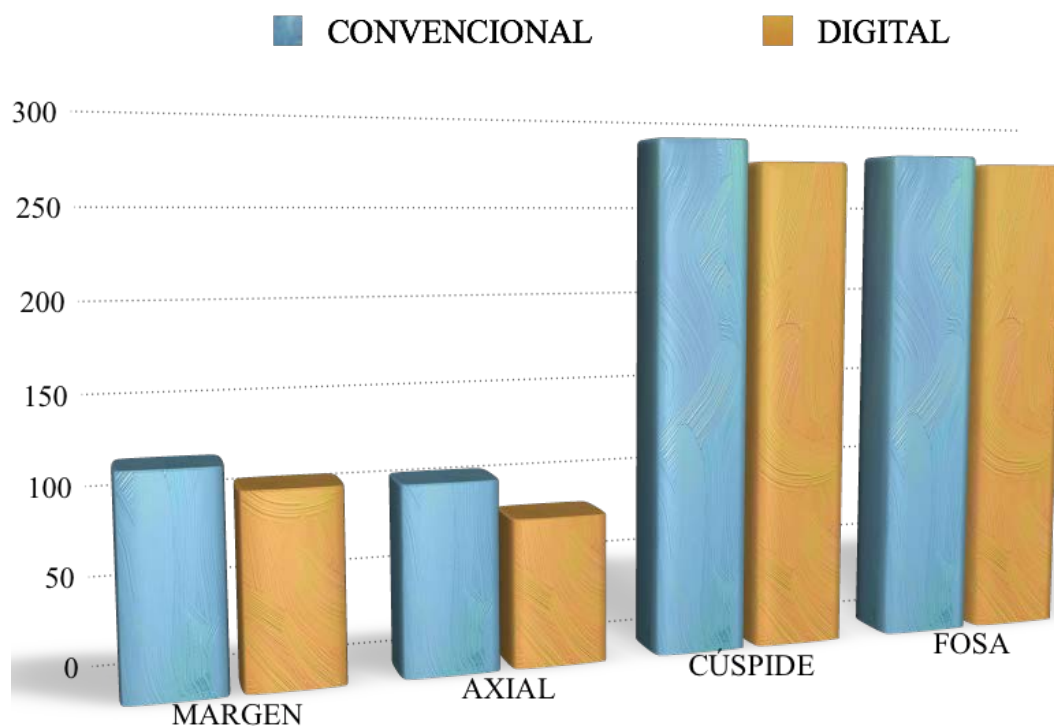


Fig. 5.21- Representación gráfica del valor medio de desajuste por zonas

MARGEN

En cuanto al margen, las coronas convencionales obtuvieron un valor medio de $119,9 \pm 59\mu$ y las coronas digitales de $106,6 \pm 69\mu$. Al aplicar la prueba T de Student, se obtuvo un valor de $p=0,225$, por lo que no se pudieron establecer diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos, aunque las coronas digitales obtuvieron mejores resultados. (Fig. 5.22)

Prueba de muestras independientes ^a					
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias	
		F	Sig.	t	gl
Ajuste de la restauración	Se han asumido varianzas iguales	1,490	,225	1,101	114
	No se han asumido varianzas iguales			1,098	110,259

Fig. 5.22.- Prueba T de Student para la variable Margen

PARED AXIAL

En cuanto a la pared axial, las coronas convencionales obtuvieron un valor medio de $105,2 \pm 49\mu$ y las coronas digitales de $82,8 \pm 40\mu$. Al aplicar la prueba T de Student, se obtuvo un valor de $p=0,201$, por lo que a pesar de que los valores medios de las coronas digitales fueron menores, no se pudieron evidenciar diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. (Fig. 5.23)

Prueba de muestras independientes ^a					
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias	
		F	Sig.	t	gl
Ajuste de la restauración	Se han asumido varianzas iguales	1,651	,201	2,646	113
	No se han asumido varianzas iguales			2,641	107,562

Fig. 5.23.- Prueba T de Student para la variable pared axial

CÚSPIDES

En cuanto a las cúspides, las coronas convencionales obtuvieron un valor medio de $287,6 \pm 93\mu$ y las coronas digitales de $275,4 \pm 95\mu$. Al aplicar la prueba T de Student, se obtuvo un valor de $p=0,190$, por lo que no se pudieron evidenciar diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos. (Fig. 5.24)

Prueba de muestras independientes ^a					
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias	
		F	Sig.	t	gl
Ajuste de la restauración	Se han asumido varianzas iguales	,190	,664	,661	112
	No se han asumido varianzas iguales			,661	111,105

Fig. 5.24.- Prueba T de Student para la variable cúspides

RESULTADOS

FOSA INTERCUSPÍDEA

La fosa intercuspídea de las coronas convencionales obtuvieron un valor de desajuste medio de $279,5 \pm 91\mu$ y las coronas digitales de $275,1 \pm 114 \mu$. Al aplicar la prueba T de Student, se obtuvo un valor de $p=0,096$, por lo que no se pudieron evidenciar diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos. (Fig. 5.25)

Prueba de muestras independientes ^a						
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Ajuste de la restauración	Se han asumido varianzas iguales	2,867	,096	,154	52	,878
	No se han asumido varianzas iguales			,156	51,767	,876

Fig. 5.25.- Prueba T de Student para la fosa intercuspídea

5.1.3.4- DESAJUSTE POR SUPERFICIE

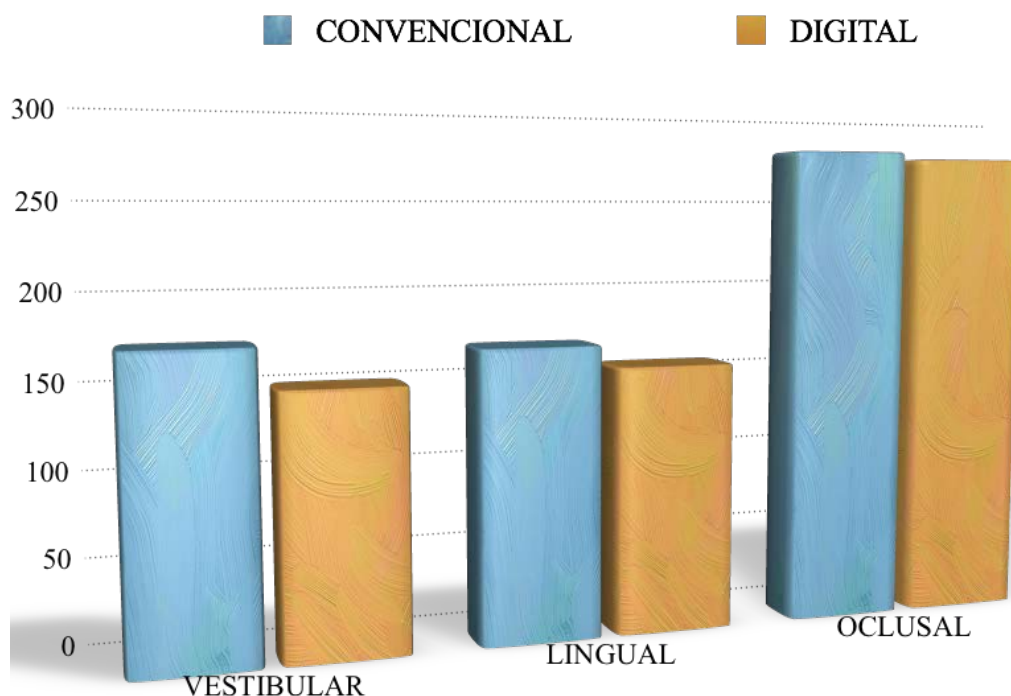


Fig. 5.26.- Representación gráfica del valor medio de desajuste por superficie

Por último se analizó si existían diferencias entre las superficies dentales medidas: Vestibular, lingual y oclusal, sin tener en cuenta la forma de impresión.

Para analizar como se comportaban las diferentes superficies en general, se utilizó una prueba No paramétrica, puesto que las variables no cumplían los criterios de normalidad, en este caso fue la prueba de Kruskal-Wallis.

Rangos			Estadísticos de contraste ^{a,b}	
	Superficie del diente	N	Rango promedio	Ajuste de la restauración
Ajuste de la restauración	Bucal	172	182,40	Chi-cuadrado
	Lingual	173	185,91	gl
	Oclusal	54	301,22	Sig. asintót.
	Total	399		

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación:
Superficie del diente

Fig. 5.27.- Prueba de Kruskal-Wallis

RESULTADOS

Se obtuvo un valor de $P=0,000$, por lo que establecieron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Esto se traduce a que el desajuste oclusal es significativamente mayor que en desajuste que se produce en la cara vestibular o en la cara lingual de las preparaciones. (Fig 5.27

5.1.3.3- COMPARACIÓN DEL DESAJUSTE ENTRE GRUPOS

Se realizó la prueba ANOVA para evaluar si existían diferencias entre los ajustes de las distintas zonas, sin diferenciar por tipo de impresión. (Fig. 5.28)

ANOVA de un factor					
Ajuste de la restauración					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	3049087,528	3	1016362,509	174,064	,000
Intra-grupos	2306405,670	395	5839,002		
Total	5355493,198	398			

Fig. 5.28.-ANOVA de un factor para la muestra.

Se obtuvo un valor de significación de $P=0,0001$, por lo que existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Para localizar entre que grupos existían dichas diferencias se realizó la prueba Post Hoc de Bonferroni, siendo la variable dependiente el ajuste de la restauración. (Fig 5.29)

Comparaciones múltiples			
Variable dependiente: Ajuste de la restauración			
Bonferroni			
(I) Zona de la restauración	(J) Zona de la restauración	Sig.	Intervalo de confianza al 95%
			Límite inferior
Margen	Axial	,321	-7,1937
	Cúspide	,000	-194,8390
	Fosa	,000	-197,1067
Axial	Margen	,321	-46,1321
	Cúspide	,000	-214,3657
	Fosa	,000	-216,6220
Cúspide	Margen	,000	141,3958
	Axial	,000	160,8075
	Fosa	1,000	-29,0822
Fosa	Margen	,000	130,3480
	Axial	,000	149,7711
	Cúspide	1,000	-37,8623

Fig. 5.29.- Bonferroni para comparaciones múltiples

RESULTADOS

Los resultados son:

- No existen diferencias entre el margen y la pared axial.
- No existen diferencias entre la fosa y la cúspide.
- Si existen diferencias entre el margen con respecto a la fosa y la cúspide.
- Si existen diferencias entre la pared axial con respecto a la fosa y la cúspide.

5.2.- ANÁLISIS CLÍNICO

Todas las coronas de óxido de circonio realizadas en el estudio fueron examinadas por dos operadores ciegos externos a la fase clínica. Cada operador evaluó cuatro variables clínicas y realizó una selección final de la corona que reunía las mejores condiciones clínicas.

La estadística descriptiva e inferencial de los resultados obtenidos para cada variable en el análisis clínico fue la siguiente:

5.2.1.- AJUSTE MARGINAL

Para la variable ajuste marginal cada evaluador elegía entre las dos coronas, la que a su juicio adaptaba mejor sobre la línea de terminación.

La distribución de los datos según el examinador para esta variable se recoge en la tabla 5.30 y el gráfico 5.31.

Tabla de contingencia Ajuste Marginal Operador 1 * Ajuste Marginal Operador 2
% del total

		Ajuste Marginal Operador 2			Total
		igual	Digital	Convencional	
Ajuste Marginal Operador 1	igual	3,3%	6,7%		10,0%
	Digital	3,3%	43,3%	3,3%	50,0%
	Convencional		10,0%	30,0%	40,0%
Total		6,7%	60,0%	33,3%	100,0%

Fig. 5.30.- Distribución de la variable ajuste marginal

RESULTADOS

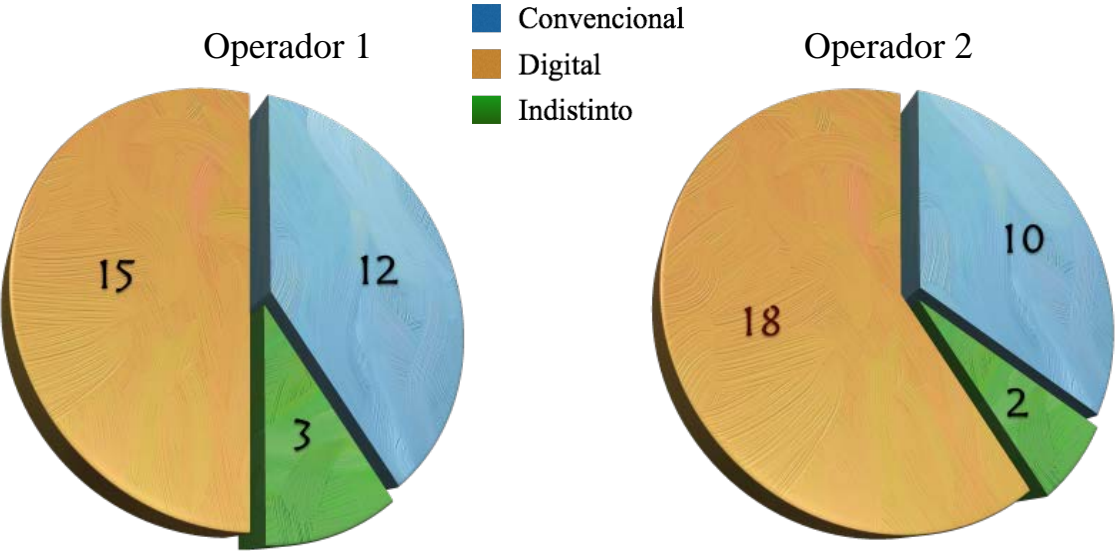


Fig 5.31.- Distribución de casos

Medidas simétricas					
		Valor	Error tít. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Medida de acuerdo	Kappa	,583	,132	3,955	,000
N de casos válidos		30			

- a. Asumiendo la hipótesis alternativa.
- b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

Fig 5.32.- Kappa de Cohen y Chi Cuadrado

Para ambos operadores las coronas digitales tenían mejor ajuste marginal en la mayoría de los casos. Se obtuvo un valor de concordancia del 0,58, lo que significa un acuerdo moderado, y un Chi² de 0,0001 estableciéndose diferencias estadísticamente significativas a favor de las coronas digitales. (Fig 5.32).

5.2.2.- PUNTOS DE CONTACTO

Para la variable puntos de contacto cada evaluador elegía entre las dos coronas, la que a su juicio presentaba mejores puntos de contacto con los dientes adyacentes.

La distribución de los datos según el examinador para esta variable se recoge en la tabla 5.33 y el gráfico 5.34.

Tabla de contingencia Punto de contacto Operador 1 * Punto de contacto Operador 2
% del total

		Punto de contacto Operador 2			Total
		igual	Digital	Convencional	
Punto de contacto Operador 1	igual	20,0%	3,3%	6,7%	30,0%
	Digital		33,3%	6,7%	40,0%
	Convencional	3,3%	10,0%	16,7%	30,0%
Total		23,3%	46,7%	30,0%	100,0%

Fig. 5.33.- Distribución de la variable puntos de contacto

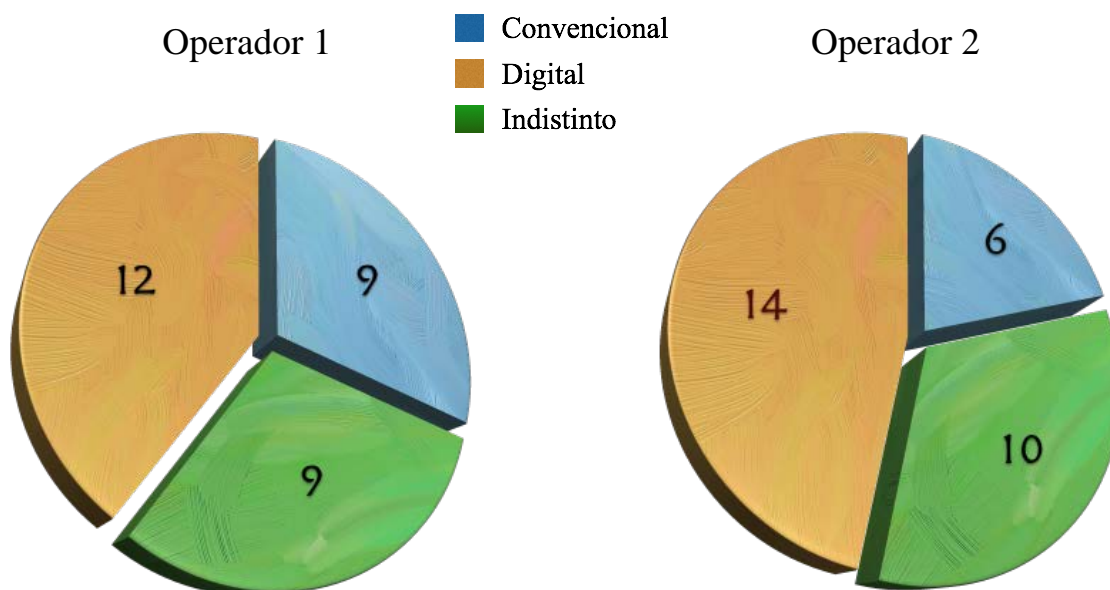


Fig 5.34.- Distribución de los casos

RESULTADOS

Medidas simétricas					
		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Medida de acuerdo	Kappa	,541	,126	4,186	,000
N de casos válidos		30			

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

Fig 5.35.- Kappa de Cohen y Chi Cuadrado

En un mayor porcentaje, ambos operadores eligieron las coronas digitales como aquellas que presentaban mejores puntos de contacto. Se obtuvo un valor de concordancia del 0,54, lo que significa un acuerdo moderado, y un χ^2 de 0,0001 estableciéndose diferencias estadísticamente significativas a favor de las coronas digitales. (Fig 5.35).

5.2.3.- OCLUSIÓN

Para la variable oclusión cada evaluador elegía entre las dos coronas, la que a su juicio presentaba mejor oclusión con los dientes antagonistas.

La distribución de los datos según el examinador para esta variable se recoge en la tabla 5.36 y el gráfico 5.37.

Tabla de contingencia Oclusión Operador 1 * Oclusión Operador 2

% del total

		Oclusión Operador 2			Total
		igual	Digital	Convencional	
Oclusión Operador 1	igual	20,0%			20,0%
	Digital	16,7%	26,7%	3,3%	46,7%
	Convencional	23,3%	3,3%	6,7%	33,3%
Total		60,0%	30,0%	10,0%	100,0%

Fig. 5.36.- Distribución de la variable oclusión

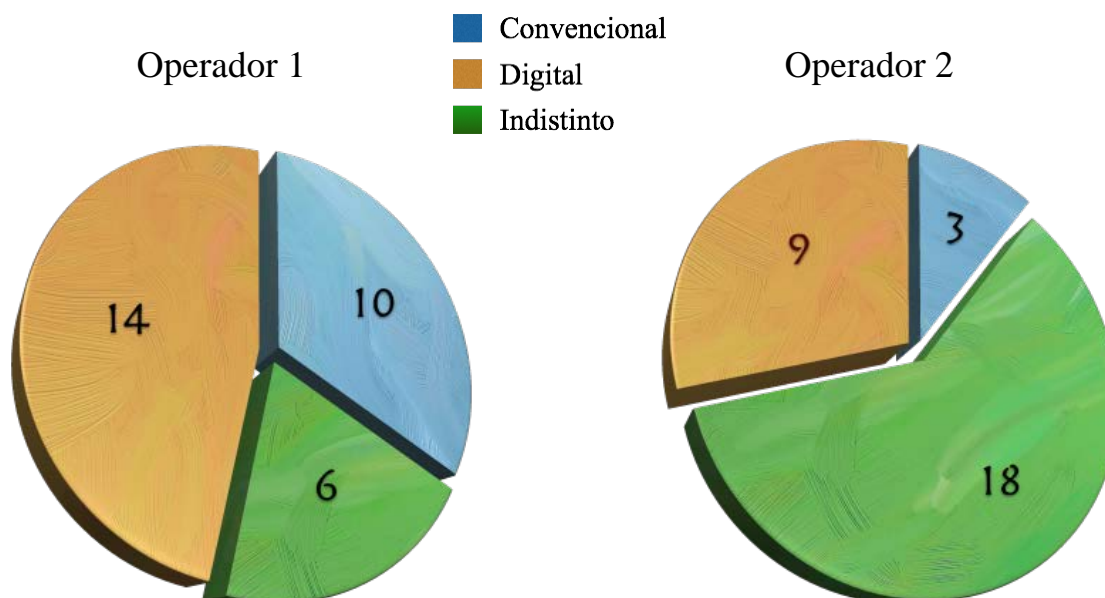


Fig 5.37.- Distribución de los casos

RESULTADOS

Medidas simétricas					
		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Medida de acuerdo	Kappa	,340	,103	3,270	,001
N de casos válidos		30			

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

Fig 5.38.- Kappa de Cohen y Chi Cuadrado

Para esta variable, la distribución de los datos fue mas aleatoria, siendo mejor la oclusión digital para el operador 1 y de forma indistinta para el operador 2. Aunque se establecen diferencias significativas ($\chi^2=0,001$), la concordancia fue baja 0,34. Cualquier grupo puede tener buena oclusión. (Fig. 5.38)

5.2.4.- FRICCIÓN

Para la variable fricción cada evaluador elegía entre las dos coronas, la que a su juicio presentaba mejor retención sobre el diente tallado.

La distribución de los datos según el examinador para esta variable se recoge en la tabla 5.39 y el gráfico 5.40.

Tabla de contingencia Fricción Operador 1 * Fricción Operador 2

% del total

		Fricción Operador 2			Total
		igual	Digital	Convencional	
Fricción Operador 1	igual	26,7%	10,0%		36,7%
	Digital	10,0%	10,0%	10,0%	30,0%
	Convencional	10,0%	3,3%	20,0%	33,3%
Total		46,7%	23,3%	30,0%	100,0%

Fig. 5.39.- Distribución de la variable fricción

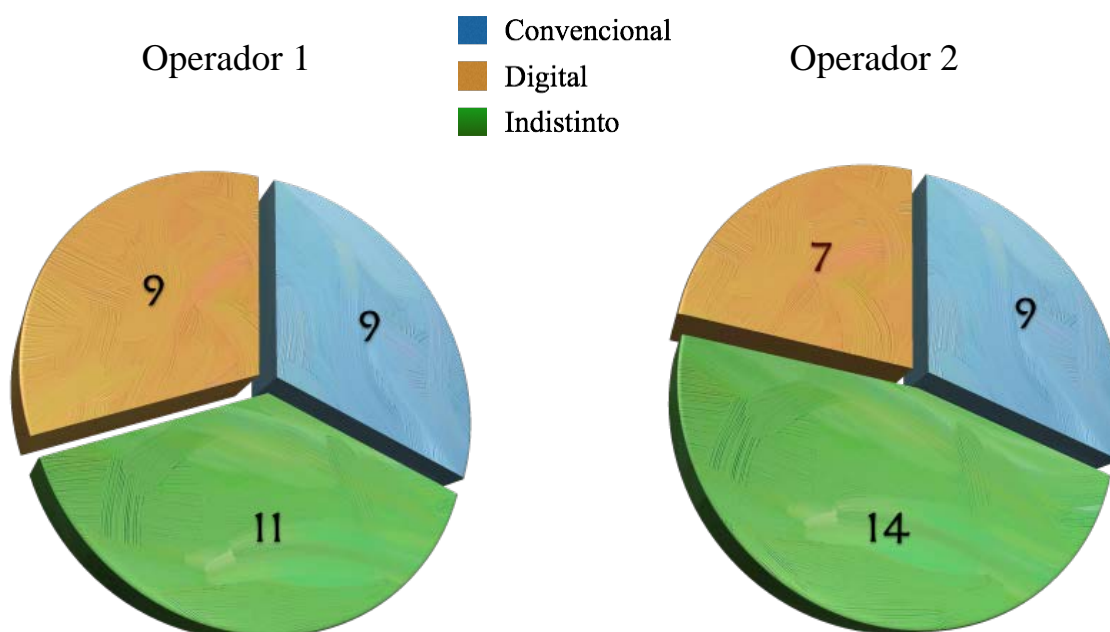


Fig 5.40.- Distribución de los casos

RESULTADOS

Medidas simétricas					
		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Medida de acuerdo	Kappa	,342	,133	2,669	,008
N de casos válidos		30			

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

Fig 5.41.- Kappa de Cohen y Chi Cuadrado

Para ambos operadores el ítem “ indistintamente” fue el más seleccionado, ya que ambas coronas tenían la fricción necesaria. El acuerdo interoperador fue de 0,34 lo que se considera bajo. Por lo tanto los resultados no son consistentes, a pesar de que se establecen diferencias significativas, $\chi^2=0,08$. (Fig. 5.41)

5.2.5.- SELECCIÓN FINAL

Tras analizar cada variable por separado, los operadores debían elegir la corona que a su criterio cumplía mejores condiciones clínicas para ser cementada en ese momento.

La distribución de los datos según el examinador para la selección final se recoge en la tabla 5.42 y el gráfico 5.43 .

Tabla de contingencia Seleccion final Operador 1 * Selección final Operador 2
% del total

		Selección final Operador 2		Total
		Digital	Convencional	
Seleccion final Operador 1	Digital	50,0%	10,0%	60,0%
	Convencional	10,0%	30,0%	40,0%
Total		60,0%	40,0%	100,0%

Fig. 5.42.- Distribución de la selección final

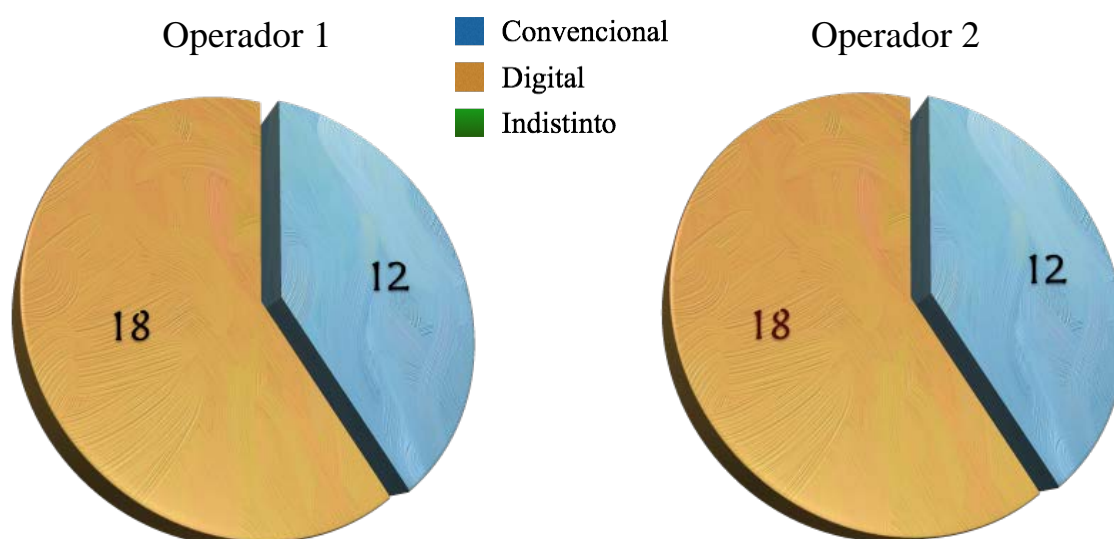


Fig 5.43.- Distribución de los casos

RESULTADOS

Medidas simétricas				
	Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Medida de acuerdo Kappa	,634	,148	3,483	,000
N de casos válidos	30			

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

Fig 5.44.- Kappa de Cohen y Chi Cuadrado

En el 60% de los casos, ambos operadores seleccionaron la corona digital como aquella corona que cementarían en ese momento, puesto que reunía según su juicio las mejores condiciones clínicas. La concordancia interoperador fue buena, puesto que el índice Kappa de Cohen obtuvo un valor de 0,63. El valor de la χ^2 fue de 0,0001 estableciéndose por lo tanto, diferencias estadísticamente significativas a favor de las coronas digitales, en cuanto a la selección final.



VI.- DISCUSIÓN

6.- DISCUSIÓN

6.1.- DISCUSIÓN SOBRE LA METODOLOGÍA

El éxito clínico de las restauraciones dentales esta influenciado principalmente por 4 factores: la biocompatibilidad, la estética, la resistencia a la fractura y el ajuste marginal.^(140, 182, 187)

La obtención de restauraciones bien ajustadas en toda su superficie a sus respectivas preparaciones ha sido desde los primeros tiempos de la odontología un objetivo prioritario. Además, la falta de ajuste marginal compromete la supervivencia de la restauración puesto que los fluidos orales y las fuerzas mecánicas facilitan la disolución del cemento que queda expuesto a la cavidad oral, produciendo fallos mecánicos como el descementado o la fractura de las restauraciones.^(3, 188-190) Por otra parte, el consecuente acúmulo de placa bacteriana sobre la zona marginal desajustada incrementa el riesgo de sufrir caries secundarias, microfiltración, problemas endodónticos o periodontales, siendo estos fallos biológicos otras causas de fracaso del tratamiento.^(141, 191)

La trascendencia de este aspecto a dado lugar a que muchos autores a lo largo de la historia estudiaran el sellado y ajuste marginal de las diferentes restauraciones. A pesar de existir un gran número de estudios que han estudiado este problema no existe un consenso claro sobre la discrepancia máxima que puede ser tolerada clínicamente.⁽¹⁹²⁻¹⁹⁵⁾ Esta disparidad de opiniones se debe entre otras razones, a las múltiples y poco estandarizadas formas de medir el desajuste: exploración con sonda, impresiones de la restauración, radiografías...etc.⁽¹⁵⁶⁾

El estudio más citado y tomado como referencia es el de McLean y Von Fraunhofer en 1971, donde tras estudiar 1000 restauraciones durante 5 años, establecieron 120µm como el límite clínicamente aceptable del ajuste marginal en prótesis fija, siendo este criterio el más seguido por los diferentes autores.⁽¹⁴⁷⁾

El ajuste marginal e interno de las restauraciones está íntimamente relacionado con diferentes factores, siendo la impresión una de las fases de mayor relevancia.⁽¹⁹⁶⁻¹⁹⁸⁾ En la práctica general las impresiones con elastómeros son la técnica habitual de registro de las preparaciones dentarias.⁽¹⁹⁹⁾ Este material ha evolucionado mucho en las últimas décadas para ofrecernos unas impresiones fiables y de alta calidad, aunque las impresiones convencionales se consideran un procedimiento influido por el conocimiento y la destreza del operador, siendo en muchos casos incómodo para el paciente.⁽²⁰⁰⁾ Además, se asocian a diferentes errores inherentes a las técnicas del laboratorio, como son aquellos derivados de la desinfección, el transporte o el vaciado de las impresiones, que pueden afectar a la restauración final.⁽¹⁷⁷⁾

La continua evolución de la tecnología, sobre todo en el ámbito CAD/CAM, ha facilitado la aparición de diferentes sistemas de impresión digital intraoral que intentan solucionar los problemas inherentes a los distintos pasos de las técnicas tradicionales (impresión con material elastomérico, vaciado con yeso, etc.) A pesar de que se han publicado múltiples artículos de casos clínicos^(5, 177, 200, 201), así como estudios in vitro, realmente no existe todavía suficiente evidencia científica sobre las ventajas de un sistema sobre otro, siendo necesaria la realización de estudios clínicos randomizados y controlados.

Desde la introducción de CEREC en el mercado han ido apareciendo estudios, tanto clínicos como in-vitro, que comparan el ajuste de las restauraciones realizadas a partir de impresiones digitales y convencionales. Como es lógico, con CEREC se han hecho más, puesto que es el sistema que lleva más tiempo en funcionamiento,^(202, 203) pero en los últimos años la aparición de nuevos sistemas de impresión digital han dado lugar a la publicación de múltiples estudios actuales. Muy pocos son estudios clínicos controlados, los más representativos son el estudio de Syrek en 2010⁽⁵⁶⁾, el de Cardelli en 2011⁽²⁰⁴⁾, el de Brawek⁽⁶²⁾ en 2013, Pradíes en 2015⁽²⁰⁵⁾ y Boeddinghaus en 2015.⁽²⁰⁶⁾ Todos ellos, tienen un diseño clínico similar, en cuanto a los pacientes, el tallado o la forma de medir el desajuste marginal e interno de las coronas, diferenciándose en el escáner utilizado para la digitalización intraoral.

El presente estudio siguió un protocolo muy similar a los anteriores, con el fin de poder comparar los resultados de la forma más consistente posible. Al igual que estos estudios se eligió el óxido de zirconio como material restaurador para las coronas,

puesto que debido a su aspecto natural, sus propiedades físicas y la biocompatibilidad con el medio bucal, le convierten en un referente en la odontología moderna.

A pesar de que para evaluar el desajuste marginal e interno de las coronas quizás un diseño in vitro hubiese sido suficientemente demostrativo, nos plantemos realizar un diseño in-vivo para introducir factores asociados a la toma de impresiones dentro de la cavidad oral que influyen en la calidad de las mismas, dando lugar a resultados más fiables a nivel clínico.

Estos factores, independientes de la técnica y el material de impresión, son principalmente: la localización del margen de terminación, la salud periodontal, el sangrado del surco durante la toma de impresión, el grado de fluidez de la saliva o la colaboración del paciente.⁽⁵⁶⁾ Si además la impresión se realiza con un escáner intraoral, la accesibilidad del cabezal de impresión puede dificultar el proceso aún más, sobre todo en la zona retro molar, dando lugar a una situación clínica que inevitablemente afecta al resultado final y que por lo tanto hay que tener en cuenta para analizar la idoneidad de un sistema.

En cuanto a la toma de impresiones, se realizaron dos por cada diente tallado, una impresión digital con el escáner TRIOS de 3-Shape, siguiendo las indicaciones del fabricante, y una impresión convencional con elastómeros. Al igual que los estudios anteriormente citados, se realizaron impresiones en dos fases, con silicona pesada y fluida, basándonos en la mayoría de estudios publicados en la literatura, que afirman que esta técnica ofrece mejores resultados que la técnica en un paso.^(28, 207, 208)

Gracias al diseño in vivo, el estudio nos permitió analizar además del desajuste, otros factores clínicos. El asiento de la corona sobre la línea de terminación, los puntos de contacto, la oclusión y la fricción de los dos grupos de coronas, fueron analizados por dos evaluadores ciegos, que elegían la corona que reunía las mejores condiciones clínicas. Este análisis, en realidad evalúa todo el “workflow” (flujo de trabajo), desde la impresión hasta el trabajo propio del laboratorio, dando una visión de conjunto y real, en comparación con un estudio in vitro. Al evaluar la cerámica de recubrimiento, indirectamente se está evaluando la fiabilidad de los modelos producidos a partir de los dos tipos de impresión, así como la capacidad del escáner de reproducir la relación oclusal de las arcadas. Syrek & Cols en 2010⁽⁵⁶⁾ y Giménez & Cols⁽²⁰⁹⁾ en 2011, realizaron una evaluación clínica similar al presente estudio, que analizaremos en el apartado correspondiente. Por lo tanto, nuestro estudio realmente analiza ambos flujos

de trabajo, el digital y el convencional de manera global. Si solo quisiéramos analizar la fiabilidad de la técnica de impresión en si misma deberíamos excluir el resto de los procesos que forman parte del flujo de trabajo total, aislando de manera estricta sólo el proceso de impresión convencional y digital, como han realizado otros autores. ^(55, 210, 211)

La dificultad para hacer un análisis clínico del desajuste, es que hay que registrarlo de alguna manera para poder medirlo posteriormente en el laboratorio, puesto que no podemos utilizar el microscopio y observar la muestra directamente en la boca del paciente. Para solventar este problema se utilizó una versión modificada de la “técnica de la réplica”. La técnica de la réplica convencional es una técnica validada de registro in vivo de la interfase que se acepta como método fiable y poco invasivo. ^(56, 62, 146, 204, 212-215)

La cofia se cementa en la preparación con silicona ultra fluida, y se aplica fuerza con el dedo unos 2 minutos. Para estabilizar el registro, en la técnica de la réplica convencional se vacía la cofia tapizada con la silicona ultra light, con silicona light body. Este paso es extremadamente sensible, puesto que la silicona fluida más pesada que la silicona ultra light del registro puede aplastarla si se inyecta con demasiada presión, falseando así los datos. ⁽²¹⁶⁻²¹⁸⁾ En la modificación de la técnica propuesta por nosotros, se estabiliza el registro con resina epoxi azul (para que contraste con el color naranja del registro), que se coloca en fase fluida, al ser menos densa que la silicona ultra light, no empuja el registro, y cuando está colocado, se fragua con luz LED, quedando completamente rígido, estabilizando la silicona más que en la técnica de la réplica convencional.

Como último paso, en la técnica de la réplica convencional, se retira la replica con el registro adherido de la cofia, para a continuación cortarlo con una hoja de bisturí, y observar la muestra en el microscopio. En la técnica modificada, no se separa la réplica de la corona, sino que la embute en resina epoxi transparente, creando un bloque que luego se corta a la mitad, utilizando una recortadora de precisión. Añadiendo estas pequeñas modificaciones, las muestras quedan mucho mas resistentes y fidedignas, puesto que no introducimos errores asociados al material. ⁽²⁰⁵⁾

En este estudio, al igual que los estudios clínicos consultados ^(56, 62, 204, 205), se usó un estereomicroscopio o lupa binocular, para analizar la discrepancia marginal e interna de las coronas. Un estereomicroscopio consta de dos microscopios completos, cada uno

con su objetivo y ocular en los que, al no coincidir sus ejes ópticos, las imágenes formadas en los oculares son distintas (lo mismo que ocurre con la visión ocular), por lo que vemos una imagen estereoscópica, es decir, en de tres dimensiones. Se diferencia principalmente del microscopio óptico en que la lupa trabaja a aumentos más pequeños (20, 40 ó 60X) y la luz proviene de una fuente externa, sin tener que atravesar la muestra para poder ser analizada. El microscopio óptico o el microscopio electrónico de barrido, son instrumentos que se usan habitualmente para el estudio de objetos que se hallan fuera del límite de resolución del ojo humano, es decir un tamaño menor a $0,1\mu\text{m}$.⁽²¹⁹⁾ Los desajustes estudiados son mucho mayores, por lo que el estéreo microscopio es un instrumento adecuado para su medición. Además en nuestro caso, si hubiésemos usado un microscopio óptico, las muestras tendrían que haber sido seccionadas en láminas muy finas, para que la luz las atravesara, siendo mucho más complejo la preparación de las mismas.

Otro punto a tener en cuenta a la hora del diseño y el desarrollo del estudio es la forma de evaluación de la discrepancia, puesto que depende de numerosos factores. Los puntos de referencia para las mediciones, así como la propia definición de ajuste, varían mucho dependiendo de los investigadores, y muchos estudios llegan a conclusiones basados en sus propias definiciones. A menudo, el mismo término se utiliza para referirse a diferentes mediciones o se emplean distintos términos para hacer referencia a una misma medición. Esto supone una constante fuente de confusión cuando se analizan los diferentes estudios al respecto, demostrando la dificultad inherente cuando se pretende llegar a conclusiones concretas.⁽²²⁰⁾

En el presente estudio, se usó la definición de ajuste marginal propuesta por Holmes & Cols en 1989.⁽¹³⁸⁾ Para estos autores, el desajuste interno se define como la distancia perpendicular que existe entre la pared interna de la cofia de la corona y las superficies axiales, cresta y fosa intercuspídea de la preparación. Esta misma medida localizada en el margen del tallado se denomina desajuste marginal. En nuestro caso, todas las mediciones se realizaron perpendiculares a la cofia y al tallado, midiendo la distancia existente en micras. Gracias al color de los diferentes materiales este procedimiento resultó sencillo. La discrepancia se representaba como una franja en color naranja, y se tomaba de referencia como inicio y final de la misma el cambio de color, blanco en la cofia y azul en la resina epoxi que simulaba el diente tallado.

DISCUSIÓN

Como ya se ha expuesto anteriormente, el perfecto asiento de la cofia sobre la preparación, es un factor de vital importancia para la supervivencia de las restauraciones, sobre todo a nivel del margen. A nivel interno, este espacio debe ser lo más uniforme posible, para evitar problemas de retención y resistencia, proporcionando un espacio adecuado para albergar el cemento.⁽²²¹⁾

6.2.- DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

6.2.1.- RESULTADOS CLÍNICOS

Las coronas de ambos grupos fueron minuciosamente examinadas por dos operadores ciegos que tenían en cuenta diferentes variables clínicas.

En cuanto al ajuste marginal y los puntos de contacto, ambos operadores en la mayoría de los casos elegían las coronas digitales, puesto que presentaban mejores cualidades clínicas. Se establecieron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos.

Al contrario ocurrió con las variables oclusión y fricción, los resultados se distribuyeron de manera más dispar, y sin concordancia interoperador, por lo que se pueden considerar iguales ambos grupos de coronas.

Por último, los operadores elegían la corona que clínicamente reunía mejores condiciones clínicas. La selección final, en el 60% de los casos para ambos operadores fue la corona digital, de forma estadísticamente significativa y con una concordancia de 0,63 que se considera buena.

En la literatura existen aún pocos estudios clínicos que comparen coronas realizadas a partir de impresiones convencionales y digitales, puesto que la mayoría son in vitro. Dentro del grupo de los estudios clínicos, el factor más estudiado es el ajuste marginal e interno de las coronas, solo el estudio de Syrek & Cols en 2010⁽⁵⁶⁾ y el estudio de Giménez & Cols en 2011⁽²⁰⁹⁾, tienen en cuenta factores clínicos similares a los nuestros, en cambio, utilizan el escáner Lava C.O.S. de 3M, para tomar las impresiones digitales. Syrek & Cols, encuentran diferencias estadísticamente significativas a favor de las coronas digitales en cuanto al ajuste y los puntos de contacto, y considera iguales ambos grupos en cuanto a la oclusión. Giménez & Cols, encuentran una clara tendencia hacia las coronas digitales pero sin diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las variables que tienen en cuenta: ajuste, oclusión, puntos de contacto y selección final.

Es difícil comparar los estudios que valoran criterios clínicos, puesto que aspectos como los puntos de contacto o la oclusión vienen dados principalmente por la

cerámica de recubrimiento. Esta fase de laboratorio está directamente influenciada por la habilidad del técnico, puesto que las diferentes masas cerámicas se van cargando sobre la cofia de óxido de zirconio de forma manual. Sin embargo, el análisis de variables clínicas evalúa indirectamente los modelos maestros obtenidos a partir de las diferentes impresiones. Estos modelos son totalmente distintos, a partir de la impresión convencional se obtienen modelos de escayola y a partir de la impresión digital un modelo plástico prototipado, sobre los cuales se añade la cerámica de recubrimiento.

En nuestro caso coincidimos con Syrek en que los puntos de contacto y el ajuste marginal es mejor en las coronas digitales que en las convencionales. Esto podría explicarse por la gran exactitud que obtienen las impresiones digitales y que, que se traducirían en modelos más fiables y menos sensibles que los modelos de escayola, si la impresión física de los modelos es de gran calidad, puesto que las diferentes técnicas de prototipado dan lugar a modelos más o menos fieles a la realidad. Además, en estos modelos plásticos se evita el troquelado y seguetado manual de los mismos, disminuyendo errores y favoreciendo mejores puntos de contacto. En la bibliografía nos encontramos estudios que comparan los dos tipos de modelos, Guth & Cols en 2013⁽²²²⁾ encontraron diferencias significativas entre los modelos de escayola y los modelos prototipados a partir de una impresión digital con el escáner Lava COS, siendo estos últimos más fieles a la realidad. Al contrario, en el estudio de Kim & Cols(210) en 2013, se demostró que los modelos convencionales eran mas fiables que los prototipados a partir de una impresión con el escáner iTero, si se estudiaba la arcada completa. Sin embargo si se centraban solo en la zona de la preparación, los modelos no presentaban diferencias significativas. Puesto que esta zona es la que se encuentra directamente relacionada con el ajuste de las restauraciones, los modelos digitales pueden ser una opción idónea para la realización de restauraciones dentales. Estos resultados quedan corroborados por el estudio de Seok-Hwan Cho & Cols de 2015⁽²²³⁾, que obtuvieron datos similares, esta vez utilizando el escáner Lava COS y su prototipado asociado. (DREVE)

En cuanto a la oclusión, en nuestro estudio obtenemos también el mismo resultado que Syrek & Cols ya que no encontramos diferencias entre ambos grupos de coronas. A priori, una oclusión adecuada en los modelos digitales es más difícil de conseguir, puesto que se utilizan modelos parciales con cierta elasticidad montados en

oclusores o charnelas. Al contrario ocurre en los modelos convencionales de escayola, que son de extensión completa y montados en articulador semiajustable.

En cuanto a la selección final, nuestros resultados difieren de los de Giménez & Cols puesto que ellos no encuentran diferencias significativas en cuanto al porcentaje de selección final de las coronas, y nosotros obtenemos una clara tendencia hacia la selección de coronas digitales, de forma estadísticamente significativa. En nuestro caso, las coronas digitales presentaban en general mejor ajuste marginal, así como mejores puntos de contacto y oclusión.

Por lo tanto, la primera hipótesis nula que planteábamos en este trabajo, queda rechazada.

6.2.2.- AJUSTE MARGINAL E INTERNO

Los datos obtenidos sobre ajuste marginal e interno de las coronas examinadas en este estudio reafirman la segunda hipótesis nula que nos planteábamos, no existen diferencias estadísticamente significativas en la adaptación de las coronas unitarias de óxido de circonio, fabricadas a partir de las dos técnicas de impresión empleadas (convencional vs digital).

La media de desajuste global en las coronas digitales es de 170,9µm, mientras que la media de las coronas convencionales es de 185,0µm, siendo esta diferencia no estadísticamente significativa. Hay que tener en cuenta que estas medias son el conjunto de las medidas tomadas en todas las zonas de la interfase, tanto en margen, como en las zonas del chamfer, la pared axial, la cresta y fosa intercuspídea. Esta comparación de medias globales no tiene mayor interés clínico, puesto que está influenciado por los grandes desajustes que se producen sistemáticamente en las cúspides y las fosas, aumentando la media general, de acuerdo a la mayoría de estudios presentes en la literatura. ^(212, 224, 225)

Comparar las medias por zonas, nos facilita un análisis más profundo de la situación y la posibilidad de comparar los resultados con los estudios clínicos e in vitro que existen en la actualidad.

En cuanto al ajuste marginal, las medias obtenidas en este estudio fueron de 106,6 μ m en las coronas fabricadas a partir de una impresión digital y 119,9 μ m para las coronas fabricadas a partir de una impresión convencional con elastómeros. Ambos grupos se encuentran por debajo del límite establecido como clínicamente aceptable (120 μ m), pero son superiores a los resultados de ajuste marginal del zirconio publicados en la literatura más reciente. La mayoría de los estudios sitúa el desajuste marginal de las coronas de óxido de circonio por debajo de las 100 μ m,⁽¹⁸⁸⁾ pero existe gran variabilidad en los resultados, puesto que se pueden encontrar valores de ajuste marginal del óxido de circonio fabricado por tecnología CAD/CAM desde las 17 μ m a las 118 μ m.^(3, 114, 138, 150, 216, 221, 225-232)

Esta variabilidad en los datos está determinada por diferentes factores que afectan al ajuste marginal. Uno de los más importantes y más estudiados es el tipo de línea de terminación. La tendencia actual tanto por la mayoría de los clínicos como por parte de la industria en usar líneas de terminación en chamfer redondeado profundo. Los márgenes redondeados se leen mucho mejor por los escáneres, tanto intraorales como extraorales, dando lugar a mejores resultados de ajuste en coronas totalmente cerámicas fabricados por CAD/CAM. Por ello, en nuestro estudio, esta terminación redondeada fue la línea de elección.^(114, 229, 233-237)

Otro factor que influye en el desajuste de las coronas es la fase del cementado. La cantidad y el tipo de cemento, su viscosidad, o el espaciado aplicado por el laboratorio son factores determinantes para que el ajuste marginal sea lo más adecuado posible. La literatura apoya un aumento de la discrepancia marginal post-cementado en la mayoría de los estudios consultados.^(158, 226, 238-240) En nuestro estudio, el uso de silicona para registrar el desajuste interno y marginal, puede haber influido en un aumento de la discrepancia marginal, puesto que la técnica de la réplica simula el cementado clínico de las restauraciones. Nuestro laboratorio espació las coronas 50 μ m, puesto que la mayoría de autores recomiendan ese espacio mínimo para que el espesor del cemento.^(140, 166, 241-243)

La aplicación de la cerámica de recubrimiento pudo influir también de forma negativa en el desajuste. Todas las coronas de la muestra estaban recubiertas y existen múltiples estudios que comprueban que la discrepancia marginal aumenta tras la aplicación de la cerámica y sus correspondientes ciclos de horneado. La literatura

reporta un aumento de discrepancia desde las 12µm hasta las 44µm, después del proceso de laboratorio.^(114, 235, 241, 244-248)

Cuando comparamos nuestros resultados con los estudios clínicos publicados en la literatura encontramos que nuestros resultados están por encima de los demás. Syrek & Cols en 2010⁽⁵⁶⁾ obtuvieron una media de desajuste marginal de 49µm en las coronas realizadas a partir de una impresión digital y 71µm a partir de una impresión convencional, estableciéndose diferencias significativas entre ellas. De acuerdo con estos resultados Pradiés & Cols en 2015⁽²⁰⁵⁾ obtuvieron 76,33 µm en las coronas digitales y 91,46 µm en las convencionales. En ambos estudios se usó el escáner Lava COS de 3M, y se siguió una metodología similar a la nuestra en cuanto al registro y medición de las interfases. El mismo escáner fue usado en otros estudios clínicos, Cardelli & Cols en 2011⁽²⁰⁴⁾ encontraron una discrepancia marginal de 48,65 µm en coronas de óxido de circonio, pero no tenían grupo convencional de control, al igual que Brawek & Cols en 2013⁽⁶²⁾, que obtuvieron unos valores de discrepancia marginal de 51µm con el escáner Lava COS y 83µm con el escáner CEREC AC.

Existen además otros estudios *in vitro* que miden desajustes de diferentes restauraciones fabricadas a partir de múltiples escáneres. Estos estudios a pesar de no tener la misma validez que los estudios clínicos, nos aportan muchos datos de ajuste. Tsitrou & Cols en 2007⁽²¹³⁾ obtuvieron una media de la discrepancia marginal en un rango de 91- 105 µm en coronas hechas con CEREC 3, aunque no medían coronas realizadas a partir de métodos convencionales. Otros estudios que usan CEREC son el de Bindl & Cols en 1999⁽²⁴⁹⁾ que encontró 59µm de desajuste, o el de Lee en 2008⁽¹⁵⁰⁾ que obtuvo una media de desajuste de 94,4 µm. Dentro de los estudios que si tienen un grupo control, Jonathan Ng & Cols en 2014⁽²⁵⁰⁾ utilizaron el escáner Lava COS y obtuvieron diferencias significativas entre los dos grupos de coronas, obteniendo valores medios de desajuste marginal de 48 µm en las coronas digitales y 74 µm en las convencionales. Otros estudios como los de Keul & Cols en 2014⁽²⁵¹⁾ y Euán & Cols en 2014⁽²⁵²⁾ confirman resultados similares. El escáner de 3M ha sido muy estudiado en los últimos años, Almeida e Silva & Cols en 2014⁽¹⁹⁹⁾ compararon este escáner con impresiones convencionales, sin encontrar diferencias significativas entre ambos grupos, obteniendo valores de desajuste en un rango de 63,99 - 65,33µm. Lo mismo ocurre con el estudio de Seelbach & Cols en 2013⁽¹⁸¹⁾ que comparó Lava COS con CEREC Bluecam, el escáner iTero y con coronas fabricadas de forma convencional,

llegando a la conclusión de que las impresiones digitales y las convencionales obtenían ajustes similares sin diferencias significativas, siendo las coronas digitales ligeramente mejores que las convencionales. Estos resultados coinciden con los nuestros, ya que nuestras coronas digitales ajustaban mejor que las convencionales pero las diferencias eran pequeñas y no significativas.

No existen muchos estudios que midan el desajuste de restauraciones realizadas a partir del escáner TRIOS de 3 Shape. Schaefer & Cols en 2014 ⁽²⁵³⁾, comparan en un estudio *in vitro*, el ajuste de coronas de recubrimiento parcial realizadas a partir de cuatro escáneres habituales (Lava COS, iTero, CEREC BlueCam y TRIOS). Los ajustes marginales que obtuvieron fueron, 90µm para iTero, 109µm para Lava COS, 128µm para TRIOS y 146µm para la CerecBluecam. Estos autores encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes escáneres, puesto que el uso de uno u otro sistema de impresión digital influye en el ajuste final de las restauraciones.

Boeddinghaus & Cols en 2015⁽²⁰⁶⁾, evaluaron y compararon el ajuste marginal de coronas realizadas a partir de impresiones convencionales y coronas digitales realizados a partir de tres escáneres de última aparición, TRIOS, CEREC Omnicam y True Definition de 3M. Se trata de un estudio clínico con una metodología similar a la nuestra, puesto que usa también técnica de la réplica para registrar el desajuste interno y marginal. Los resultados obtenidos de media para el ajuste marginal fueron de 88 µm para el True Definition, 112µm para TRIOS, 113µm para las impresiones convencionales y 149µm para la CEREC Omnicam. Solo este último presentó diferencias significativas con los otros grupos, siendo los otros tres comparables entre sí.

Los resultados obtenidos en estos estudios con el escáner TRIOS de 3 Shape, están en plena concordancia con el ajuste marginal obtenido en el nuestro que fue de 106,6µm. Aunque es un valor elevado, en nuestro caso se encuentra por debajo del límite de aceptabilidad clínica. Además los datos corroboran los resultados obtenidos en estudios previos realizados por diferentes autores, tanto a nivel clínico como a nivel *in vitro*.

En cuanto al resto de las zonas de la interfase, son zonas menos relevantes que el ajuste marginal pero si son de interés para el estudio de la fiabilidad de los métodos de

impresión. En todas las áreas las coronas realizadas a partir del escaneado intraoral obtuvieron mejores valores de ajuste que las convencionales, pero no se establecieron diferencias significativas en ninguna de ellas. Nuestros resultados son un poco más elevados que los que podemos encontrar en la literatura actual, pero siguen un patrón similar. En todos los estudios la zona axial presenta un desajuste medio entre 80-150 μ m, ligeramente superior que la zona marginal. Esto se debe al espaciado del cemento aplicado por el laboratorio. Además estas dos zonas son las que generalmente se replican mejor en las impresiones, facilitando un buen ajuste. En cambio las cúspides y la fosa registran desajustes muy elevados, en un rango entre las 157-287 μ m. La anatomía de la cara oclusal de los tallados y las dificultades técnicas de fresado asociadas al diseño de la cofia pueden explicar estos desajustes tan amplios.

Tras el análisis de la literatura más relevante sobre el tema, podemos concluir que las impresiones digitales se han impuesto como una alternativa a las impresiones convencionales. En todos los casos los resultados que se obtienen, en cuanto al ajuste marginal es mejor en coronas realizadas a partir de una digitalización intraoral, en algunos casos de forma estadísticamente significativa. Estos nuevos métodos de impresión no solo nos aportan unas restauraciones mejores, sino que como se ha demostrado en recientes estudios, son el método de elección por los pacientes cuando lo comparamos con las impresiones convencionales.^(58, 254)

En este momento, las restauraciones sobre dientes son la mayor indicación de las impresiones digitales, pero poco a poco se van introduciendo en el ámbito de la implantología. Actualmente los diferentes sistemas de impresión digital han demostrado restauraciones con buen ajuste pasivo y marginal en casos unitarios y en puentes cortos de hasta 4 unidades, situados en el mismo cuadrante.^(55, 59, 255) Sin embargo, en casos de rehabilitaciones completas sobre múltiples implantes localizados a lo largo de la arcada, la digitalización intraoral sufre ciertas limitaciones. La principal y más estudiada en los últimos años es el error acumulado en las impresiones de arcada completa. El software va formando modelos tridimensionales solapando la información captada por la punta del escáner. Este solapado no es totalmente preciso cuando la extensión del escaneado es muy grande, dando lugar a pequeñas distorsiones de la realidad, disminuyendo la fiabilidad de la impresión.^(211, 256-260) Este hecho hace que los diferentes autores no recomienden el uso de la digitalización intraoral para estos casos, puesto que el ajuste

pasivo de las estructuras se ve claramente afectado. Muchos han sido los esfuerzos de la industria para mejorar este aspecto, y en los últimos meses han aparecido autores que aseguran buenos resultados en rehabilitaciones completas sobre 5 implantes, como es el caso de Papaspyridakos & Cols con el escáner TRIOS de 3Shape.⁽²⁶¹⁾ Por otro lado, se han descrito otras tecnologías para solucionar este problema. Es el caso de la estereofotogrametría, una tecnología basada en la clásica fotogrametría usada en la topografía moderna. Su objetivo es detectar la posición tridimensional de unas banderas especiales atornilladas a los implantes, localizando cada uno de ellos en un eje de coordenadas x, y, z así como la distancia entre ellos. Esta información es convertida en un archivo de estereolitografía (STL), que se completa con la digitalización de los tejidos blandos usando un escáner intraoral o extraoral. Pradíes & Cols en 2014 ⁽²⁶²⁾ publicaron varios casos de rehabilitaciones multiimplantes realizados con esta tecnología, obteniendo resultados clínicamente aceptables con un buen ajuste pasivo.

La influencia de la angulación y la profundidad de los implantes en la precisión de la impresión digital, también han sido profundamente estudiados. En todos los estudios consultados, estos aspectos clínicos no afectan a la exactitud de la impresión, independientemente del escáner intraoral utilizado. ^(211, 256, 260, 263) La experiencia del operador es otro factor influyente en la fiabilidad de las impresiones. Giménez & Cols han publicado varios estudios con resultados dispares. En 2013, publicaron un estudio con el escáner Lava COS⁽²¹¹⁾ en el que la experiencia del operador influía claramente en la exactitud del escaneado. No ocurre lo mismo con otros escáneres, en un estudio de 2014 con el escáner iTero⁽²⁵⁶⁾ y en otro en 2015 con los escáneres Zfx intrascan y 3D Progress⁽²⁶³⁾ determinaron que la experiencia no aportaba diferencias significativas en las impresiones digitales sobre implantes. Incluso con algún sistema como el CEREC BlueCam la inexperiencia afecta de forma positiva, según Giménez & cols en 2015.⁽²⁶⁰⁾

Las tecnologías existentes cambian y avanzan rápidamente, tanto a nivel de los Hardwares así como de los Software que procesan los datos. Pequeños cambios en cualquiera de estos dos componentes dan lugar a grandes mejoras, obteniendo impresiones mas fiables, mas rápidas y más cómodas.⁽²⁶³⁾ Por ello es necesario ser cauto a la hora de realizar comparaciones entre los diferentes estudios, puesto que el uso de una cámara u otra, o el uso de una versión antigua o nueva del software puede dar lugar a datos muy dispares.

Una mejora sustancial de la tecnología existente y el aumento de las indicaciones harán que estos métodos de impresión digital intraoral se extiendan en la práctica habitual de las clínicas dentales. Esta evolución es imparable, puesto que la digitalización intraoral se establecerá finalmente, consolidando otro importante aspecto de la odontología digital que hace tiempo ha dejado de ser un concepto futurible, para convertirse en una realidad diaria.



VII.- CONCLUSIONES

7.- CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos, y teniendo en cuenta las limitaciones inherentes al presente estudio, podemos establecer las siguientes conclusiones:

1.- A nivel marginal las coronas digitales obtuvieron un valor medio de desajuste de 106,6 μm y las coronas convencionales de 119,9 μm . En cuanto al desajuste interno se obtuvieron unos valores medios de 170,9 μm y de 185,4 μm respectivamente.

2.- A pesar de ser valores elevados, a nivel marginal ambos grupos se encuentran dentro del límite de aceptabilidad clínica (120 μm).

3.- Los valores obtenidos revelaron un mejor ajuste de las coronas digitales frente a las coronas convencionales en todas las zonas estudiadas, sin establecerse diferencias significativas para ninguna de ellas.

4.- Clínicamente las coronas digitales fueron estadísticamente superiores en los puntos de contacto y el ajuste marginal. Para las variables oclusión y fricción no hubo diferencias entre los dos grupos.

5.- En el 60% de los casos y de manera estadísticamente significativa los evaluadores eligieron las coronas digitales frente a las realizadas con materiales de impresión convencional.



VIII.- BIBLIOGRAFÍA

8.- BIBLIOGRAFÍA

1. **Martinez-Rus F, Pradíes, G, Suarez, MJ.** Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección. . *RCOE*. 2007;12:253-63.
2. **Conrad H, Seong, WJ, Pesun, IJ.** Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. *J Prosthet Dent*. 2007;98(5):389-404.
3. **Martinez-Rus F, Suarez MJ, Rivera B, Pradies G.** Evaluation of the absolute marginal discrepancy of zirconia-based ceramic copings. *J Prosthet Dent*. 2011;105(2):108-14.
4. **El-Mowafy O, Brochu, JF.** Longevity and clinical performance of IPS-Empress ceramic restorations--a literature review. *J Can Dent Assoc*. 2002;68(4):233-7.
5. **Fasbinder DJ.** Innovation for restorative treatment. *Compendium of continuing education in dentistry*. 2010;31(4):2-11.
6. **Ustrell-Torrent J.** Historia de los materiales para prótesis dental. *Dentum*. 2003;3(1):28-39.
7. **Malone W, Koth D, Tylman's.** Teoría y práctica en prostodoncia fija. 8ªed ed: Caracas: *Actualidades medico-odontológicas latinoamericanas*; 1991.
8. **Bascones A.** Tratado de Odontología. . 4º ed ed. Madrid: *Avances Medicos-Dentales*; 2000.
9. **Vega de Barrio, J.** Materiales en odontología: fundamentos biológicos, clínicos, biofísicos y fisicoquímicos. . 1º ed ed. Madrid: *Avances Medicos- Dentales*; 1996.
10. **Macchhi R.** Materiales Dentales. 4º ed ed. Buenos Aires: *Médica Panamericana*; 2000.
11. **Wöatmann B.** Masas de impresión elastoméricas. *Quintessence tc (Ed Esp)*. 2001;12:148-56.
12. **Craig R.** Review of dental impression materials. *Avd Dent Res*. 1988;2:51-64.
13. **Klooster J, Logan, GI, Tjan, AH.** Effects of strain rate of the behaviour of elastomeric dental impressions. *J Prosthet Dent*. 1991;66:292.
14. **Lu H, Nguyen, B, Powers, JM.** Mechanical properties of 3 hydrophilic addition silicone and polyether elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent*. 2004;92:151-4.
15. **Hung S, Purk, J, Tira, D, Eick, J.** . Accuracy of one-step versus two-step putty wash addition silicone impression technique. *J Prosthet Dent*. 1992;67(5):583-9.
16. **Federick D.** Comparing the accuracy of reversible hydrocolloid and elastomeric impression materials. *JADA*. 1997;128.
17. **Nam j, Raigrodski, AJ, Townsend, J, Lepe, X, Mancl, LA.** Assessment of preference of mixing techniques and duration of mixing and tray loading for two viscosities of vinyl polysiloxane material. *J Prosthet Dent*. 2007;97:12-27.

18. **Chong Y, Soh, G, Wickens, JL.** The effect of method on void formation in elastomeric impression materials. *The International journal of prosthodontics*. 1989;2:323-6.
19. **Laufer B, Baharav, H, Ganor, Y, Cardash, H.** The effect of marginal thickness on the distortion of different impression materials. *J Prosthet Dent*. 1996;76:466-71.
20. **Ragain J, Grosko, ML, Raj, M, Ryan, TN, Johnston, WM.** Detail reproduction, contact angles, and die hardness of elastomeric impression and gypsum die material combinations. *The International journal of prosthodontics*. 2000;13:214-20.
21. **Kanehira M, Finger, WJ, Komatsu, M.** Surface detail reproduction with new elastomeric dental impression materials. *Quintessence Int*. 2007;38:479-88.
22. **Keck S.** Automixing: a new concept in elastomeric impression material delivery systems. *J Prosthet Dent*. 1985;54:469-83.
23. **Johnson GH, Craig RG.** Accuracy of addition silicone as a function of technique. *J Prosthet Dent*. 1986;55:197-203.
24. **Chee W, Donovan TE.** Polyvinylsiloxane impression materials: a review of properties and techniques. *J Prosthet Dent*. 1992;68:728-32.
25. **Cullen D, Sandrik, JL.** Tensile strength of elastomeric impression materials, adhesive and cohesive bonding. *J Prosthet Dent*. 1989;62:142-5.
26. **Millar B.** How to make a good impression (Crown and Bridge). *Br Dent J*. 2001;191:402-5.
27. **Peutsfeldt A, Asmussen, E.** Impression materials: effect of hydrophilicity and viscosity on ability to displace water from dentin surfaces. *Scand J Dent Rest*. 1988;96:253-6.
28. **Caputi S, Varvara, G.** Dimensional accuracy of resultant cast made by a monophase, one-step, and a novel two-step putty/light-body impression technique: an in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2008;99:274-81.
29. **Millar BJ D, SM, Robinson, P.** In vitro study of number of surface defects in monophase and two-phase addition silicone impressions. *J Prosthetic Dentistry*. 1998;80:32-5.
30. **Sidney K, Bruguera A.** Invisible: restauraciones estéticas cerámicas. São Paulo: Dental Press Editora; 2008.
31. **Cadafalch JC.** Tecnología CAD/CAM en odontología. . Mallat E Prótesis fija estética Un enfoque clínico e interdisciplinario Madrid: Elsevier 2007. p. 353–77.
32. **Duret F.** CAD/CAM in dentistry: present and future applications. In Current concepts. *Quintessence Int*. 1996;27:433-36.
33. **Van der Zel J.** Comparación entre los sistemas CAD/CAM actuales. *Quintessence técnica (edesp)* 1999;10(7):392-403.
34. **Romeo M.** Introducción a los sistemas CAD/CAM de uso en clínica y laboratorio. *Rev Int Prot Estomatol* 2005;7(5):524-34.
35. **Sarment DP SP, Clinthorne N.** Accuracy of implant placement with a stereolithographic surgical guide. . *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:571-7.

36. **Van Steenberghe, Blombäck U, et al.** . A computed tomographic scanner-derived customized surgical template and fixed prosthesis for flapless surgery and immediate loading of implants in fully edentulous maxillae: a prospective study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2005;7((supp 1)):S111-20.
37. **Ascheim.** Estética y Tecnología avanzada. Odontología estética: una aproximación clínica a las técnicas y los materiales. 2º ed: *Harcourt*; 2000. p. 472-5.
38. **Schunke S.** CAD/CAM: ¿un paso adelante o atrás? La tecnología CAD/CAM cambia la evaluación de la calidad de la prostodoncia: un artículo actual y personal. *Quintessence técnica (edesp).* 2008;19(2):92-102.
39. **Witkowski S.** CAD/CAM in dental technology. *Quintessence Dent Technol.* 2005;28:169-84.
40. **Riquier R.** Comparación de la técnica de fresado y la sinterización por láser. *Quintessence técnica (edesp).* 2007;18(2):66-78.
41. **Reich S, Wichmann, M, Nkenke.** Clinical fit of all ceramic three-unit fixed partial dentures, generated with three different CAD/CAM systems. *Eur J Oral Sci.* 2008;21(6):356-69.
42. **Edelhoff D, Weber, V, Johnen, C.** Experiencia clínica con subestructuras de puentes de óxido de zirconio CAD/CAM del sistema Digident. *Quintessence técnica (edesp).* 2008;21(6):356-69.
43. **Hazeveld A, Huddleston Slater, JJR, Renc, Y.** Accuracy and reproducibility of dental replica models reconstructed by different rapid prototyping techniques. *AJODO.* 2014;145(1):108-15.
44. **Yu-Aragoneses R.** Preparación y confección de estructuras con diferentes sistemas CAD/CAM. . *Gaceta Dental.* 2008;188:160-72.
45. **Zhang Y, Griggs, JA, Benham, AW.** Influence of powder/liquid mixing ratio on porosity and translucency of dental porcelain. *J Prosthet Dent.* 2004;91:128-35.
46. **Philp G, Brukl, CE.** Compressive strengths of conventional, twin foil, and all ceramic crowns. *J Prosthet Dent.* 1984;52:215-23.
47. **Sorensen J.** The Lava system for CAD/CAM production of high- strength precision fixed prosthodontics. *Quint Dent Technol.* 2003;26:57-67.
48. **Sorensen J.** The LavaTM All-Ceramic System: CAD/CAM Zirconia Prosthodontics for the 21st Century. *Synergy In Dentistry.* 2003;2(1):1-10.
49. **Sánchez M, Castillo de Oyagüe, R, Sánchez, A.** Métodos CAD/CAM en prótesis. *Gaceta Dental.* 2007;178:88-105.
50. **Sturb J, Rekow, ED.** Computer-aided design and fabrication of dental restoration. Current systems and future possibilities. *JADA.* 2006;137(9):1289-96.
51. **Pfeifer G.** ¿Tercerización o fabricación propia?. *Quintessence técnica (edesp)* 2007;18(9):524-9.
52. **Besimo C.** CAD/CAM en coronas y puentes. . In: Masson, editor. Schmidfeder J *Atlas de Odontología Estética.* 1ª ed. Barcelona 1999. p. 235-42.
53. **Witkowski S.** Computer-aided design and fabrication of dental restoration. Current systems and future possibilities. . *JADA.* 2006;137(9):1289-96.

54. **Birnbaum N.** The Revolution in Digital Impressioning. *New England Academy of Cosmetic Dentistry*. 2007.
55. **Van der Meer WA, F, Wismeijer, D, Yijin Ren.** Application of Intra-Oral Dental Scanners in the Digital Workflow of Implantology. *PLOS ONE*. 2012;7(8).
56. **Syrek A, Reich G, Ranftl D, Klein C, Cerny B, Brodesser.** Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *Journal of Dentistry*. 2010;38:553-9.
57. **Sang J. Lee R, X. MacArthur, IV, Gallucci, GO.** An evaluation of student and clinician perception of digital and conventional implant impressions. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2013;110(5).
58. **Emir Yuzbasioglu HK, Rana Turunc and Halenur Bilir.** Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC Oral Health*. 2014;14(10).
59. **Lee SJ, Gallucci GO.** Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes. *Clin Oral Impl Res*. 2013;24:111-5.
60. **Ramsey C, Ritter, RG.** Utilization of digital technologies for fabrication of definitive implant-supported restorations. *J Esthet Rest Dent*. 2012;24(5):299-308.
61. **Beuer F, Güth, JF, Scheweiger, J, Edelhoff, D.** Actualización en la toma de impresión digital. *Quintessence*. 2012;25(4):197-203.
62. **Petya K. Brawek SW, Lutz Endres, Armin Kirsten, Sven Reich.** The clinical accuracy of single crowns exclusively fabricated by digital workflow—the comparison of two systems. *Clin Oral Invest*. 2013;17:2119-25.
63. **Antonaya Martin J, Barrio Monte, P, Lillo Rodriguez, JC, Suárez Rivaya, J, Rio Highsmith, J, Moreno-Hay, I.** Impresiones digitales intraorales en prótesis parcial fija implantosoportada. Consideraciones clínicas. *Rev Int Prot Estomatognática*. 2013;15(4):253-8.
64. **Dietschi D, Spreafico, R, Burkard, HUG.** Nuevas tecnologías para restauraciones de color de diente. . Restauraciones adhesivas no metálicas: conceptos actuales para el tratamiento estético de los dientes posteriores. 1ª ed. Barcelona: *Masson*; 1998. p. 1169-78.
65. **Sirona.** Guía Técnica. CEREC. 2010.
66. **Sirona.** Guía de productos. CEREC. 2014; <http://www.sirona.es>.
67. <http://www.E4Dsky.com>.
68. **Cadent.** Guía Técnica iTero. . 2010.
69. **Smith R.** Creating well-fitting restoration with digital impression system. . *Compendium*. 2010;31(8):641-4.
70. **3MESPE.** Guía Técnica. LavaTM C.O.S. Escáner Intraoral Lava COS. 2008.
71. **Zimmer.** Guía Técnica. Zfx Escaner intraoral. . 2012.
72. <http://www.carestreamdental.com>.
73. **Ormco.** Lythos Doctor Brochure. 2013.
74. **PHIBO.** Guía Técnica de Escáner intraoral TRIOS®. 2012.

75. **Logozzo S, Zannetti EM, Franceschini G.** Recent advances in dental optics. Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. *Optics and lasers in engineering*. 2014;54:203-21.
76. **Martínez Bravo A, Cuadrado de Vicente, L, Cuadrado Canals, C, Canals Salinas, C, García, V, Lauret, I.** Escáner digital intraoral sobre implantes. *Gaceta Dental*. 2013;247(May):166-76.
77. **Shillenburg H HS, Whisitt L.** Fundamentals of fixed prosthodontics. . 3ª ed: *Quintessence Publishing Co*; 1997
78. **Roseilblum M, Schulman, A.** A review of all-ceramic restorations. *JADA*. 1997;128:297-307.
79. **Fons A, Solá, MF, Martínez Gonzalez, A, Casas, J.** Clasificación actual de las cerámicas dentales. *RCOE*. 2001;6:645-56.
80. **Pröbster L.** El desarrollo de las restauraciones completamente cerámicas. Un compendio histórico. *Qunitessence (edesp)*. 1998;11:515-19.
81. **Kelly J, Nishinura, J, Campbell, SD.** Ceramics in dentistry. Historical roots and current perspective. *J Prosthet Dent* 1996;75:18-32.
82. **Suárez M, Lozano, JF, Salido, MP, Serrano, B.** Coronas de recubrimiento totalmente cerámicas. Criterios de selección. *Revista Europea de Odontoestomatología* 1999;11(249-58).
83. **Tinschert J, Natt, G, Mautsch, W, Spiekermann, H, Anusavice, KJ.** Marginal Fit of alumina and zirconia-based fixed partial dentures produced by CAD/CAM system. *Operative dentistry*. 2001;26(367-74).
84. **Schneider W.** Cerec 3D: a new dimension in treatment. *Int J Comput Dent*. 2003;6:57-66.
85. **Fasbinder D.** Restorative material options for CAD/CAM restorations. *Comp Contin Educ Dent*. 2002;23:911-24.
86. **Álvarez-Fernández M, Peña-López, JM, González-González, IR, Olay-García, MS.** Características generales y propiedades de las cerámicas sin metal. *RCOE*. 2003;8:252-56.
87. **Rosentritt M, Behr, M, Handel, G.** Fixed partial dentures: all-ceramics, fibre-reinforced composites and experimental systems. *J Oral Rehabil*. 2003;30:873-7.
88. **Monaco C, Krejci, I, Bortolotto, T, Perakis, N, Ferrari, M, Scotti, R.** Marginal adaptation of 1 fiber-reinforce composite and 2 all-ceramic inlay fixed partial denture systems. *The International journal of prosthodontics*. 2006;19:373-82.
89. **Del Rio F, Del Rio, J.** Consideraciones sobre nuevos materiales para coronas y puentes dentales. *Rev Eur Odontoestomatol*. 1999;8(347- 350).
90. **Heintze S, Rousson, V.** Fracture rates of IPS Empress All-ceramics-crowns: A systematic review. *The International journal of prosthodontics*. 2010;23:129-33.
91. **Burke F.** Fracture resistance of teeth restored with dentin-bonded crowns constructed in a leucite-reinforced ceramic. *Dental materials journal*. 1999;15:359-62.
92. **Pinche P, O'Brian WJ, Groh, CL, Boenke, KM.** Leucite content of selected dental porcelains. *J Biomed Mater Rest*. 1994;28:603-09.

93. **Culp L.** Empress 2. First year clinical results. *J Dent Technol.* 1999;16:12-5.
94. **Guess P.** Monolithic CAD/CAM lithium disilicate Vs Veneered Y-TZP crowns: Comparison of failure modes and reliability after fatigue. *The International journal of prosthodontics.* 2010;23:434-42.
95. **Esquivel-Upshaw J.** Clinical performance of a lithia disilicate-based core ceramic for three unit posterior FPD's. *Int J Prosthodont.* 2004;17:469-75.
96. **López-Lozano J, Marcos, J.** Estética y prótesis: La cerámica Mirage II *Estomodeo.* 1991;37:11-4.
97. **McLean J, Hughes, TH .** The reinforced of dental porcelain with ceramic oxides. *Br Dent J.* 1965;119:251-67.
98. **Zeng K, Odén, A, Rowcliffe, D.** Evaluation of mechanical properties of dental ceramic core materials in combination with porcelains. *The International journal of prosthodontics.* 1998;11:183-9.
99. **Al-Dohan H, Yaman, P, Dennison JB, Razzoog, ME, Lang, BR.** Shear strength of core-veneer interface in bi-layered ceramics. *J Prosthet Dent.* 2004;91:349-55.
100. **Gorman C, McDevitt, WE; Hill, RG.** Comparison of two heat-pressed all-ceramic dental materials. *Dental materials journal.* 2000;16:389-95.
101. **Cattell M, Chadwick, TC, Knowles, JC, Clarke, RL, Lynch, E.** Flexural strength optimization of leucite reinforced glass ceramic. *Dental materials journal.* 2001;17:21-33.
102. **Salido MP, Martinez-Rus F, del Rio F, Pradies G, Ozcan M, Suarez MJ.** Prospective clinical study of zirconia-based posterior four-unit fixed dental prostheses: four-year follow-up. *The International journal of prosthodontics.* 2012;25(4):403-9.
103. **Guazzato M, Albakry, M, Ringer, SP, Swain, MV.** Strength, fracture toughness and microstructure of selection of all-ceramic materials. Part I: Pressable and alumina glass-infiltrated ceramics. *Dental materials journal.* 2004;20:441-8.
104. **Suarez M, Lozano, JL, de las Casas, F.** Restauraciones cerámicas con el sistema in Ceram. *Gac Dent.* 1998;93:74-80.
105. **Magne P, Belser, U.** Esthetic improvements and in vitro testing of in-ceram. *Gac Dent.* 1997;93:74-80.
106. **Fradeani M, Aquilano, A, Corrado, M.** Clinical experience with in-ceram Spinell Crowns: 5 -Years follow-up. *Int J Periodont Rest Dent.* 2002;22:525-33.
107. **Suarez M, Lozano, JF, Salido, MP, Martinez-Rus, F.** Three-year clinical evaluation of In-Ceram Zirconia posterior FPDs. *The International journal of prosthodontics.* 2004;17:35-8.
108. **Pallis K, Grigs, JA, Woody, RD, Guillén, GE, Miller, AW.** Fracture resistance of three all-ceramic restorative systems for posterior applications. *J Prosthet Dent.* 2004;91:561-9.
109. **Chong K, Chai, JA, Takasi, Y, Wozniak, W.** Flexural strength of in-Ceram alumina and In-Cerma zirconia core materials. *The International journal of prosthodontics.* 2002;15:183-8.

110. **McLearen E, White, SN.** Glass-infiltrated zirconia/alumina-based ceramic for crowns and fixed partial dentures. *Pract Periodontics Aesthet Dent*. 1999;11:985-94.
111. **Zeng K, Odén, A, Rowcliffe, D.** Flexure test on dental ceramics. *The International journal of prosthodontics*. 1996;9:343-439.
112. **Anderson M, Oden, A.** A nez all ceramic crown. A dense-sintered high-purity alumina coping with porcelain. *Acta Odontol Scand*. 1993;51:59-64.
113. **Oden A, Andersson, M, Krystek-Ondracek, J, Magnusson, D.** Five year clinical evaluation of Procera AllCeram crowns. *J Prosthet Dent*. 1998;80:450-45.
114. **Suárez M, González de Villaumbrosia P, Pradíes G, Lozano J.** Comparison of the marginal fit Procera All Ceram crowns with two finish lines. *The International journal of prosthodontics*. 2003;16:229-33.
115. **Garvie R, Hannink, RH, Pascoe, RT.** Ceramic Steel? *Nature*. 1975;258:703-4.
116. **Gonzalo E, Suárez, MJ, Serrano, B, Lozano, JF.** A comparison of the marginal vertical discrepancies of zirconium and metal ceramic posterior fixed dental prostheses before and after cementation. *J Prosthet Dent*. 2009;102(6):378-84.
117. **Steyern P, Ebbesson, S, Holmgren, J, Haag, P.** Fracture strength of two ceramic crowns systems after cyclic pre-loading and thermocycling. *J Oral Rehabil*. 2006;33:682-9.
118. **Kosmac T, Oblack, C, Jevnikar, O, Funduk, N, Marion, L.** The effect of surface grinding and sandblasting of flexural strength and reliability of Y-TZ Zirconia ceramic. *Dental materials journal*. 1999;15:426-33.
119. **Denry I, Kelly, JR.** State of the art of zirconia for dental aplications. *Dental materials journal*. 1995;7(73-80).
120. **Stevens R.** Introduction to zirconia. *Magnesium Elekron*. 1986.
121. **Meyenberg K, Lüthy, H, Schärer, P.** Zirconia post: a new all-ceramics concept for nonvital abutment teeth. *J Esthet Dent*. 1995;7:73-80.
122. **Segui R, Sorensen, JA.** Relative flexural strength of six mew ceramics materials. *The International journal of prosthodontics*. 1995;8(239-46).
123. **Keith O, Kusy, RP, Whitley, JQ.** Zirconia brackets: an evaluation of morphology and coefficients of fricción. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1994;106:605-14.
124. **De Aza A, Chevalier, J, Fantozzi, G, Schehl, M, Torrecillas, R.** Crack growth resistance of alumina, zirconia and zirconia toughened alumina ceramic or joint prostheses. *Biomaterials*. 2002;23:937-45.
125. **Filser F, Lüthy, H, Kocher, P, Sachärer, P, Gauckler, L.** Prótesis de cerámica en la zona de dientes laterales. Análisis de materiales en cuanto a la carga máxima admisible y la fiabilidad. *Quintessence técnica (edesp*. 2002;13:279-91.
126. **Luthardt R, Rieger, W, Musil, R.** Grinding of zirconia-TZP in dentistry. CAD/CAM technology for manufacturing of fixed dentures. *Bioceramics*. 1997;106:605-14.
127. **McLean J, Kedge, MI, Hubbard, JR.** The direct fabrication of restorations without foil on refractory die. *J Prosthet Dent*. 1969;21:227-34.

128. **Vickery R, Badinelli, LA, Waltke, RW.** The direct fabrication of restorations without foil on refractory die. *J Prosthet Dent.* 1969;21:227-34.
129. **Pröbster L.** La evolución de las restauraciones sin metal. Resumen histórico (II). *Quintessence (edesp.* 1998;11(587-596).
130. **Fransson B, Oilo, G, Gfeitanger.** The fit of metal-ceramic crowns, a clinical study. *Dental materials journal.* 1985;1:197-99.
131. **Malament K, Socransky, SS.** Survival of Dicor Glass-ceramic dental restorations over 16 years. Part III: effect of luting agent and tooth- substitute core structure. *J Prosthet Dent.* 2001;86:511-6.
132. **Uctasli S, Wilson, HJ, Unterbrink, G, Zaimoglu, A.** The strength of heat-pressed all-ceramic restorative material. *J Oral Rehabil.* 1996;23:257-61.
133. **Gormn C, McDevitt, WE, Hill, RG.** Comparison of two heat-pressed all-ceramic dental material. *Dental materials journal.* 2000;16:389-95.
134. **Gómez Cogolludo P, Suárez, MJ, Peláez, J, López Lozano, JF.** Caso clínico: prótesis parcial fija posterior con el sistema Lava,. *Rev Int Prot Estomatol.* 2008;10(1):11-6.
135. **Romeo M, Vallejo, J, Martínez, JA, del Rio, J, López-Quiles, J, Rivero, MA, Pozuelo, E.** Tecnología CAD/CAM en implantoprótesis. Puesta al día y perspectivas de futuro. *Gac Dent.* 2010;216:124-43.
136. **Labaig C, Martínez, A, Mañés, J.** Estudio comparativo "in vitro" del ajuste marginal de restauraciones ceramometálicas y completas de cerámica. *Soproden.* 1993;9:67-70.
137. **Gascón F, Gil, J, Fons, A, Badal, R.** Análisis experimental de dos líneas de terminación en restauraciones ceramometálicas. *Avances en odontoestomatología.* 1990:525-30.
138. **Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, Sulik W.** Considerations in measurement of marginal fit. *J Prosthet Dent.* 1989:405-8.
139. **Hung S, Hung, KS, Eick, JD, Chappel, RP.** Marginal fit of porcelain-fused-to-metal and two types of ceramic crown. *J Prosthet Dent.* 1990;63:26-31.
140. **Hunter A, Hunter, AR.** Gingival margins for crowns: a review and discussion II. Discrepancies and configurations. *J Prosthet Dent.* 1990;64:636-42.
141. **Sailer I, Fehér, A, Filser, F, Gauckler, LI, Lüthy, H, Hämmerle, CH.** Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. *The International journal of prosthodontics.* 2007;20:383-8.
142. **Quante K, Ludwing, K, Kern, M.** Marginal and internal fit of metal-ceramic crowns fabricated with a new laser melting technology. *Dental materials journal.* 2008;24:1311-215.
143. **Sorensen J.** A rationale for comparison of plaque-retaining properties of crown systems. *J Prosthet Dent.* 1989;62:264-9.
144. **Tjan A, Sarkissian, R.** Effect of preparation finish on retention and fit of complete crowns. *J Prosthet Dent.* 1986;56:283-8.

145. **Rossetti P, Valle, AL, Carvalho, RM, De Goes, MF, Pegorrio, LF.** Correlation between margin fit and microleakage in complete crowns cemented with three luting agents. *J Appl Oral Sci.* 2008;16(1):64-9.
146. **Laurent M, Scheer, P, Dejou, J, Laborde, G.** Clinical evaluation of the marginal fit of cast crowns validation of the silicone replic method. *J Oral Rehabil.* 2008;35:116-22.
147. **McLean J, Von Fraunhofer, JA.** The estimation of cement film thickness by an in vitro technique. *Br Dent J.* 1971;13:107-11.
148. **Syzy J, Byrne, G, Laub, LW, Land, MF.** Influence of finish-line geometry on the fit of crown. *The International journal of prosthodontics.* 1993;6:25-30.
149. **Gavelis J, Morency, JD, Riley, ED, Sozio, RB.** The effect of various finish line preparations on the marginal seal and occlusal seat of full crown preparations. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* 2004;92(1):1-7.
150. **Lee K, Park, CW, Kim, KH, Kwon, TY.** Marginal and internal fit of all-ceramic crowns fabricated with two different CAD/CAM systems. *Dental materials journal.* 2008;27(3):422-6.
151. **Abbate M, Tjan, A, Fox, W.** Comparison of the marginal fit of various ceramic crown systems. *J Prosthet Dent.* 1989;61:527-31.
152. **McLaren E, Terry, DA.** CAD/CAM systems, materials and clinical guidelines for all-ceramic crowns and fixed partial dentures. *Comp Contin Educ Dent.* 2002;23(637-41).
153. **Gemalmaz D, Alkumru, HN.** Marginal fit changes during porcelain firing cycles. *J Prosthet Dent.* 1995;73:49-54.
154. **Buchanan W, Svare, CW, Turner, KA.** The effect of repeated firings and strength on marginal distortion in two ceramometal systems. *J Prosthet Dent.* 1981;45:502-6.
155. **Balkaya M, Cinar, A, Pamuk, S.** Influence of firing cycles on margin distortion of 3 all-ceramic crowns systems. *J Prosthet Dent.* 2005;93:346-55.
156. **Naert I, Van der Donck, A, Beckers, L.** Precision of fit and clinical evaluation of all-ceramic full restorations followed between 0,5 and 5 years. *J Oral Rehabil.* 2005;32:51-7.
157. **Christgau M, Friedl, KH, Schmalz, G, Resch, U.** Marginal adaptation of heat-pressed glass-ceramic veneers to dentin in vitro. *Operative dentistry.* 1999;24:137-46.
158. **Suárez M, Pradíes, GJ, Salido, MP, Lozano, JF.** Estudio comparativo in vitro sobre el ajuste marginal con diferentes cementos. *Rev Int Prot Estomatol.* 2002;4:217-22.
159. **Sorensen J, Kang, SK, Avera, SP.** Porcelain-composite interface microleakage with various porcelain surface treatments. *Dental materials journal.* 1991;10:336-47.
160. **Touati B, Quintas, AF.** Aesthetic and adhesive cementation for contemporary porcelain crowns. *Pract Proced Aesthe Dent.* 2001;13:611-20.
161. **White S, Kipnis, V.** Effect of adhesive luting agents on the marginal seating of cast restorations. *J Prosthet Dent.* 1993;69:28-31.

162. **Martínez F, Martínez, M, Pradíes, GJ, Suárez, MJ.** Estudio in Vitro de la distribución de agentes cementantes en coronas de recubrimiento total. *Rev Int Prot Estomatol.* 2001;3:183-8.
163. **Tinschert J, Natt, G, Mautsch, W, Spiekermann, H, Anusavice, KJ.** Fracture resistance of lithium disilicate, alumina, and zirconia-based three-unit fixed partial dentures: a laboratory study. *The International journal of prosthodontics.* 2001;14:231-8.
164. **Park H, Han, JS, Lee, JB, Kim, SH, Yang, JH.** Influence of porcelain veneering on the marginal fit of Digident and Lava CAD/CAM zirconia ceramic crowns. *J Adv Prosthodont.* 2010;2:33-8.
165. **Pradíes Ramiro G, Martinez-Rus, F, Peláez, J, Salido Rodríguez, MP, Suárez García, MJ.** Cementos para implantes. ¿Cuál, cómo, dónde cuándo y por qué? *Gac Dent.* 2004;152:70-91.
166. **Salido Rodriguez-Manzaneque M, Suárez García, MJ, Pradíes Ramiro, GJ, López Lozano, JF.** Influencia de aplicación de cemento en la retención y ajuste marginal de las restauraciones de prótesis fija. *Rev Eu Odon Estomat.* 1997;53(1):24-8.
167. **Sjögren G.** Marginal and internal fit of four different types of ceramic inlays after luting. An in vitro study. *Acta Odontol Scand.* 1995;53(1):24-8.
168. **Martin N, Jedynakiewicz, NM.** Interface dimensions of CEREC-2 MOD inlays. *Dental materials journal.* 2000;16(1):68-74.
169. **Luthardt R, Bornemann, G, Lemelson, S, Walter, MH, Hüls, A.** An innovative method for evaluation of the 3D internal fit of CAD/CAM crowns fabricated after direct optical Vs indirect laser scan digitizing. *The International journal of prosthodontics.* 2004;17(6):680-5.
170. **Rastogi A, Kamble, V.** Comparative analysis of the clinical techniques used in evaluation of marginal accuracy of cast restoration using stereomicroscopy as gold standard. *J Adv Prosthodont.* 2011;3:69-75.
171. **Robert Nelly J.** Nondestructive, three dimensional internal fit mapping of fixed prostheses. *J Prosthet Dent.* 1989;61(3):368-73.
172. **Aboushelib M, Elmahy, WA, Ghazy, MH.** Internal adaptation, marginal accuracy and microleakage of pressable Vs a machinable ceramic laminate veneers. *J Dent* 2012;40:670-77.
173. **Andekani K, Ahangari, AH, Farahi, L.** Marginal and internal fit of CAD/CAM and split-cast made zirconia copings. *J Dent Res Dent Clin Den Prospect.* 2012;6(2):42-8.
174. **May K, Russell, MM, Razzoog, ME, Lang, BR.** Precision of fit: the pro-cera all-ceramic crown. *J Prosthet Dent.* 1998;80(4):394-404.
175. **Cheah C-M CC-K, Tan K-H, Teo C-K.** Integración de la digitalización de superficie mediante láser con las técnicas CAD/CAM en el desarrollo de prótesis faciales. Primera parte: Diseño y confección de réplicas protésicas. *Rev Int Prot Estomatol.* 2004;6:107-13.
176. **Sykes LM PA, Owen CP, Snaddon DR.** Applications of rapid prototyping technology in maxillofacial prosthetics. *The International journal of prosthodontics.* 2004;17:454-9.

177. **Nathan S, Birnbaum, Aaronson, HB.** Dental Impression Using 3D Digital Scanners: Virtual become Realy. *Compendium of continuing education in dentistry*. 2008;29(8):494-505.
178. **Phibo.** Guia Técnica. Trios® 3Shape. Escaner Intraoral. 2012.
179. **Mörmann W.** The evolution of the CEREC system. *Journal of the American Dental Association* (2006;137(SEPT):7-13.
180. **Mörmann W.** Dental CAD/CAM systems. A 20-year success store. *Journal of the California Dental Association* 2006;;173((9 (supplement)):7S-13S.
181. **Paul Seelbach CB, Bernd Wöstmann.** Accuracy of digital and conventional impression techniques and workflow. *Clin Oral Invest* 2013;17:1759-64.
182. **Beuer F, Aggstaller, H, Richter, J, Edelhoff, D, Wolfgang, G.** Influence of preparation angle on marginal and internal fit of CAD/CAM fabricated zirconia crowns copings. *Quintessence Int.* 2009;40(3):243-50.
183. **Potts R, Shillingburg Jr, HT, Duncanson Jr, M.** Retention and resistance of preparations for cast restorations. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2004;92(3):207-12.
184. **Goodacre CJ, Campagni, M. V, Aquilino, S.A.** Tooth preparations for complete crowns: An art based on scientific principles. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2001;85(4):363-76.
185. **Phibo-3Shape.** Guía técnica. Dental Manager. 2014.
186. <http://www.undoprototipos.com>. 2014.
187. **Gardner F.** Margins of complete crowns-literature review. *J Prosthet Dent*. 1982;48:396-400.
188. **Contrepolis M, Soenen A, Bartala M, Laviole O.** Marginal adaptation of ceramic crowns: a systematic review. *J Prosthet Dent*. 2013;110(6):447-54 e10.
189. **Jacobs MS WA.** An investigation of dental luting cement solubility as a function of the marginal gap. *J Prosthet Dent* 1991;65:436-42.
190. **Kokubo Y OC, Tsumita M, Miyashita A, Vult Von Steyern o, Fujushima S.** Clinical marginal and internal gaps of Procera All-Cerams crowns. *J Oral Rehabil*. 2005;32:526-30.
191. **Knoernschild KL CS.** Periodontal tissue responses after insertion of artificial crowns and fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 2000;84:492-8.
192. **Mitchell CA, Pintado MR, WH. D.** Nondestructive, in vitro quantification of crown margins. *J Prosthet Dent* 2001;85:575-84.
193. **Reich S, Wichmann M, Nkenke E, P. P.** Clinical fit of all-ceramic three-unit fixed partial dentures, generated with three different CAD/CAM systems. *Eur J Oral Sci* 2005;113:174-9.
194. **Reich S, Kappe K, Teschner H, Schmitt J.** Clinical fit of four-unit zirconia posterior fixed dental prostheses. *Eur J Oral Sci*. 2008;116:579-84.
195. **Kohorst P, Brinkmann H, Li J, Borchers L, Stiesch M.** Marginal accuracy of four-unit zirconia fixed dental prostheses fabricated using different computer-aided manufacturing systems. *Eur J Oral Sci* 2009;117:319-25.

196. **Al-Bakri IA HD, Al-Omari WM.** The dimensional accuracy of four impression techniques with the use of addition silicone impression materials. *J Clin Dent* 2007;18(2):29–33.
197. **Beuer F SJ, Edelhoff D.** Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Br Dent J.* 2008;204(9):505–11.
198. **Suárez MJ SM, L Lozano JF, Martínez JM.** Factores implicados en el sellado marginal de las restauraciones de prótesis fija. *Avances en Odontoestomatología* 1994;10:53-9.
199. **Almeida e Silva J EK, Edelhoff D, Stimmelmayer M, Güth JF.** Marginal and internal fit of four-unit zirconia fixed dental prostheses based on digital and conventional impression techniques. *Clin Oral Invest.* 2014;18:515–23.
200. **Christensen GJ.** Will digital impressions eliminate the current problems with conventional impressions? *J Am Dent Assoc* 2008;139(6):761–3.
201. **Christensen GJ.** Impressions are changing: deciding on conventional, digital or digital plus in-office milling. *Journal of the American Dental Association* 2009;Oct 140(10):1301-4.
202. **Mörmann WH SJ.** Grinding precision and accuracy of fit of CEREC 2 CAD-CAM inlays. *Journal of the American Dental Association.* 1997;128:47-53.
203. **Estafan D DF, Agosta C, Reich SM,.** Scanning electron microscope evaluation of CEREC II and CEREC III inlays. *General dentistry [Internet].* 2000;51(5):450–4. General dentistry. 2000;51(5):450-4.
204. **Cardelli P, Scotti R, Baldissara P, Monaco C.** Clinical fitting of CAD/CAM zirconia single crowns generated from digital intraoral impressions based on active wavefront sampling. *Journal of Dentistry.* 2011;OCT(17).
205. **Pradíes G, Zarauz C, Valverde A, Ferreiroa A, Martínez-Rus F.** Clinical evaluation comparing the fit of all-ceramic crowns obtained from silicone and digital intraoral impressions based on wavefront sampling technology. *J Dent.* 2015;Feb 43(2):201-8.
206. **Boeddinghaus M, Breloer ES, Rehmann P, WöstmannB.** Accuracy of single-tooth restorations based on intraoral digital and conventional impressions in patients. *Clin Oral Invest.* 2015;Published Online (Feb 2015).
207. **Nissan J, Rosner O, Bukhari MA, Ghelfan O, R. P.** Effect of various putty-wash impression techniques on marginal fit of cast crowns. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* 2013;33:e37–42. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry.* 2013;33 37–42.
208. **Levartovsky S, Zalis M, Pilo R, Harel N, Ganor Y, T. B.** The effect of one-step vs. two-step impression techniques on long-term accuracy and dimensional stability when the finish line is within the gingival sulcular area. *Journal of Prosthodontics* 2014;23:124-33.
209. **Gimenez B, Valverde A, García C, Martinez-Rus F, Pradíes G.** Estudio comparativo in vivo de un sistema de impresión oral convencional VS. un sistema de impresión digitalizada (LAVA C.O.S). *SEPES Ciencia y difusión.* 2011.

210. **Kim SY, Kim MJ, Han JS.** Accuracy of dies captured by an intraoral digital impression system using parallel confocal imaging. *The International journal of prosthodontics*. 2013;26(2):161-3.
211. **Gimenez B, Ozcan M, Martinez-Rus F, Pradies G.** Accuracy of a Digital Impression System Based on Active Wavefront Sampling Technology for Implants Considering Operator Experience, Implant Angulation, and Depth. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2013.
212. **Martins LM, Lorenzoni FC, Melo AO, Silva LM, Oliveira JL, Oliveira PC, et al.** Internal fit of two all ceramic systems and metal ceramic crowns. *Journal of Applied Oral Sciences*. 2012;20:235-40.
213. **Tsitrou EA, Northeast SE, Van Noort R.** Evaluation of the marginal fit of three margin designs of resin composite crowns using CAD-CAM. *Journal of Dentistry* 2007;35:68-73.
214. **Wettstein F, Sailer I, Roos M, Hämmerle CH.** Clinical study of the internal gaps of zirconia and metal frameworks for fixed partial dentures. *European Journal of Oral Sciences*. 2008;116:272-9.
215. **Souza ROA, Özcan M, Pavanelli CA, Buso L, Lombardo GH, Michida SM, et al.** Marginal and internal discrepancies related to margin design of ceramic crowns fabricated by a CAD- CAM system. *Journal of Prosthodontics*. 2012;21:94-100.
216. **Boening K, Wolf BH, Schmidt AE, Kästner K, Walter M.** Clinical fit of Procera AllCeram crowns. *J Prosthet Dent*. 2000;84:419-24.
217. **Reich S, Uhlen S, Gozdowski S, Lohbauer U.** Measurement of cement thickness under lithium disilicate crowns using an impression material technique. *Clin Oral Invest*. 2011;15:521-6.
218. **Quantea K, Ludwig K, Kern M.** Marginal and internal fit of metal-ceramic crowns fabricated with a new laser melting technology. *Dental Materials*. 2008;24:1311-5.
219. Zeiss. <http://www.zeiss.com>. 2015.
220. **Romeo M.** Estudio comparativo de ajustes en prótesis fija cerámica entre sistemas CAD/CAM e Inyectado. TESIS DOCTORAL. 2010; Universidad Complutense de Madrid.
221. **Nakamura T, Dei N, Kojima T, Wakabayashi K.** Marginal and internal fit of Cerec 3 CAD/CAM all- ceramic crowns. *International Journal of Prosthodontics*. 2003;16:244-8.
222. **Guth J, Kuel C, Stimmelmayer M, Beuer F.** Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clin Oral Invest*. 2013;17:1201-8.
223. **Seok-Hwan Cho, Schaefer O, Thomson GA, Guentsch A.** Comparison of accuracy and reproducibility of casts made by digital and conventional methods. . *Journal of prosthetic dentistry*. 2015;113(4):310-15.
224. **Scherrer SS, De Rijk WG, Belser UC, Meyer JM.** Effect of cement film thickness on the fracture resistance of a machinable glass-ceramic. *Dental materials journal*. 1994;10:172-7.

225. **Beuer F, Aggstaller H, Edelhoff D, Gernet W, Sorensen J.** Marginal and internal fits of fixed dental prostheses zirconia retainers. Precision of fit: zirconia three-unit fixed dental prostheses. *Dental materials journal*. 2009;25:94-102.
226. **Wolfart S, Wegner SM, Al-Halabi A, Kern M.** Clinical evaluation of marginal fit of a new experimental all-ceramic system before and after cementation. *The International journal of prosthodontics*. 2003;16:587-92.
227. **Yeo IS, Yang JH, Lee JB.** In vitro marginal fit of three all-ceramic crown systems. *J Prosthet Dent* 2003;90:459-64.
228. **Groten M, Girthofer S, Pröbster L, H. W.** Marginal fit consistency of copy-milled all-ceramic crowns during fabrication by light and scanning electron microscopic analysis in vitro. *J Oral Rehabil* 1997;24:871-81.
229. **Quintas AF, Oliveira F, Bottino MA.** Vertical marginal discrepancy of ceramic copings with different ceramic materials, finish lines, and luting agents: an in vitro evaluation. *J Prosthet Dent*. 2004;92:250-7.
230. **Sulaiman F, Chai J, Jameson LM, Wozniak WT.** A comparison of the marginal fit of In- Ceram, IPS Empress, and Procera Crowns. *The International journal of prosthodontics*. 1997;10:478-84.
231. **Bindl A, Mörmann WH.** Marginal and internal fit of all-ceramic CAD/CAM crown- copings on chamfer preparations. *J Oral Rehabil*. 2005;32:441-7.
232. **Nakamura T, Tanaka H, Kinuta S, Akao T, Okamoto K, Wakabayashi K.** In vitro study on marginal and internal fit of CAD/ CAM all-ceramic crowns. *Dental materials journal*. 2005;24:456-9.
233. **Komine F, Iwai T, Kobayashi K, Matsumura H.** Marginal and internal adaptation of zirconium dioxide ceramic copings and crowns with different finish line designs. *Dental materials journal*. 2007;26(659-64).
234. **Cho SH, Nagy WW, Goodman JT, Solomon E, Koike M.** The effect of multiple firings on the marginal integrity of pressable ceramic single crowns. *J Prosthet Dent*. 2012;107:17-23.
235. **Fahmy NZ.** Influence of veneering materials on the marginal fit and fracture resistance of an alumina core system. *Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists*. 2011;20:45-51.
236. **Cho L, Choi J, Yi Y, C. P.** Effect of finish line variants of marginal accuracy and fracture strength of ceramic optimized polymer/fiber-reinforced composite crowns. *J Prosthet Dent*. 2004;91:554-9.
237. **Castillo Oyague R, Sanchez-Jorge MI, I STA.** Influence of CAD/CAM scanning method and tooth-preparation design on the vertical misfit of zirconia crown copings. *American journal of dentistry*. 2010;23:341-6.
238. **Kern M, Schaller HG, Strub JR.** Marginal fit of restorations before and after cementation in vivo. *The International journal of prosthodontics*. 1993;6(6):585-91.
239. **Martinez Rus F.** Estudio experimental del ajuste marginal en coronas cerámicas de alto contenido en circonia TESIS DOCTORAL. 2005; Facultad de Odontología. Universidad Compluense de Madrid):Madrid.

240. **Okutan M, Heydecke F, Butz F, R. S.** Fracture load and marginal fit of shrinkage-free ZrSiO₄ all-ceramic crowns after chewing simulation. *J Oral Rehabil* 2006;33:827-32.
241. **Ferreira Quintas A, Oliveira F, Bottino MA.** Vertical marginal discrepancy of ceramic copings with different ceramic materials, finish lines, and luting agents: an in vitro evaluation. *J Prosthet Dent*. 2004;92:250-7.
242. **Hunter AJ, Hunter AR.** Gingival crown margin configurations: a review and discussion. Part I: Terminology and widths. *J Prosthet Dent*. 1990;64:548-52.
243. **Button GL, Bames RF, Moon PC.** Surface preparation and shear bond strength of the casting cement interface. *J Prosthet Dent* 1985;53:34-8.
244. **Beuer F, Naumann M, Gernet W, Sorensen JA.** Precision of fit: zirconia three-unit fixed dental prostheses. *Clin Oral Invest*. 2009;13:34-9.
245. **Grenade C, Mainjot A, Vanheusden A.** Fit of single tooth zirconia copings: comparison between various manufacturing processes. *J Prosthet Dent*. 2011;105(4):249-55.
246. **Kohorst P, Dittmer MP, Borchers L, Stiech-Scholz M.** Influence of cyclic fatigue in water on the load-bearing capacity of dental bridges made of zirconia. *Acta Biomater*. 2008;4:1440-7.
247. **Karatasli O, Kursoglu P, Capa N, Kazazoglu E.** Comparison of the marginal fit of different coping materials and designs produced by computer aided manufacturing systems. *Dental materials journal*. 2011;30(1):97-102.
248. **Kokubo Y, Tsumita M, Kano T, Sakurai S, Fukushima S.** Clinical marginal and internal gaps of zirconia all-ceramic crowns. *J Prosthodont Res*. 2011;55:40-3.
249. **Bindl A, Windish S, Mörmann WH.** Full-ceramic CAD/CIM anterior crowns and copings. *Int J Comput Dent*. 1999;2(2):97-111.
250. **Ng J, Ruse D, Wyatt C.** A comparison of the marginal fit of crowns fabricated with digital and conventional methods. *Journal of prosthetic dentistry*. 2014;112(3):555-60.
251. **Keul C, Stawarczy B, Erdelt KJ, Beuer F, Edelhoff D, Guth JF.** Fit of 4-unit FDPs made of zirconia and CoCr-alloy after chairside and labside digitalization-a laboratory study. *Dental materials journal*. 2014;30(4):400-7.
252. **Euán R, Figueras-Álvarez O, Cabratosa-Temes j, Oliver-Parra R.** Marginal adaptation of zirconium dioxide copings: influence of the CAD/CAM system and the finish line design. *J Prosthet Dent*. 2014;112(2):155-62.
253. **Schaefer O, Decker M, Wittstock F, Kuepper H, A G.** Impact of digital impression techniques on the adaptation of ceramic partial crowns in vitro. *Journal of Dentistry*. 2014;42:677-83.
254. **Wismeijer D, Mans R, Van Genuchten M, Reijers HA.** Patients' preferences when comparing analogue implant impressions using a polyether impression material versus digital impressions (Intraoral Scan) of dental implants. *Clin Oral Impl Res* 2014;25:1113-8.
255. **Lee SJ, Betensky RA, Gianneschi GW, Gallucci GO.** Accuracy of digital versus conventional implant impressions. *Clin Oral Impl Res*. 2015;26:715-19.

256. **Giménez B, Özcan M, Martínez-Rus F, Pradíes, G.** Accuracy of a digital impression system based on parallel confocal laser technology for implants with consideration of operator experience and implant angulation and depth. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014;29:853-62.
257. **Patzelt SBM, Emmanouilidi A, Stampf S, Strub JR, Att W.** Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. *Clin Oral Invest*. 2014;18:1687-94.
258. **Ender A, Melh A.** Influence of scanning strategies on the accuracy of digital intraoral scanning systems. *International Journal of Computerized Dentistry*. 2013;16:11-21.
259. **Ender A, Melh A.** Full arch scans:conventional versus digital impressions-an in vitro study. *Int J Comput Dent*. 2010;14:11-21.
260. **Gimenez B, Özcan M, Martínez-Rus F, Pradíes G.** Accuracy of a Digital Impression System Based on Active Triangulation Technology With Blue Light for Implants: Effect of Clinically Relevant Parameters. *Implant dentistry*. 2015;(Epub ahead of print).
261. **Papaspyridakos P, Gallucci GO, Chen CJ, Hanssen S, Naert I, Vandenberghe B.** Digital versus conventional implant impressions for edentulous patients: accuracy outcomes. *Clin Oral Impl Res*. 2015;Epub ahead of print.
262. **Pradíes G, Ferreira A, Özcan M, Giménez B, Martínez-Rus F.** Using stereophotogrammetric technology for obtaining intraoral digital impressions of implants. *J Am Dent Assoc*. 2014;145(4):338-44.
263. **Gimenez B, Pradíes G, Martínez-Rus F, Özcan M.** Accuracy of two digital implant impression system based on confocal microscopy with variations in customized software and clinical parameters. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2015;30:56-64.



IX.- ANEXOS

- 1.- CONSENTIMIENTO INFORMADO
- 2.- DICTAMEN DEL COMITÉ DE INVESTIGACIONES CLÍNICAS
- 3.- HOJA DE RECOGIDA DE DATOS CLÍNICOS
- 4.- ANEXO ESTADÍSTICO

ANEXO 1: CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL ESTUDIO

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
TITULADO: "ESTUDIO COMPARATIVO IN VIVO DE UN SISTEMA DE IMPRESIÓN ORAL
CONVENCIONAL CON ELASTÓMEROS VS. UN SISTEMA DE IMPRESIÓN DIGITALIZADA
(TRIOS®.)"

La reparación de dientes muy destruidos mediante coronas de recubrimiento total, es una práctica muy habitual en las consultas odontológicas. Una de las fases primordiales, durante el proceso de fabricación de las coronas es el registro y reproducción de las estructuras a restaurar (toma de impresión).

Las técnicas de impresiones en prótesis fija se realizan mediante pastas de impresión. Son técnicas que están muy controladas, pero no dejan de ser técnicas manuales influidas por la destreza del operador, por lo que no están exentas de imperfecciones, que tiene como consecuencia la repetición de la impresión.

En los últimos tiempos se han desarrollado técnicas de impresiones digitales mediante el uso de cámaras intraorales, que además de tratar de evitar los errores de las técnicas habituales, tratan de lograr unas impresiones lo más estandarizadas posible y en las que el tiempo invertido y las molestias del paciente sean menores.

Por tanto el objetivo de este estudio, es evaluar la efectividad de las nuevas técnicas de impresión digital, frente a las técnicas convencionales realizadas con elastómeros. Tomando dos impresiones al paciente, una con cada técnica y así posteriormente poder comparar los resultados en la boca del paciente.

Si decide participar en el estudio, usted se beneficiará de una rehabilitación protésica totalmente cerámica totalmente gratuita, sin que ello implique ningún tratamiento invasivo adicional. En caso de no participar, usted podrá rehabilitar sus dientes destruidos mediante el mismo tratamiento u otro similar de metalcerámica, abonando el coste del tratamiento.

Yo D./Dña.

DECLARO

Que el doctor/a:

me ha explicado que la restauración de mis dientes:

- 1- Puede precisar anestesia local, de cuyos riesgos se me ha informado
- 2- La intervención consiste en la preparación mediante tallado del diente a tratar y la toma de dos impresiones: una mediante la técnica estándar de silicona y otra con la técnica de escaneado digital intraoral.

- 3- Que la técnica de escaneo digital intraoral se realiza con el fin de someter a estudio la tecnología y que dicha impresión no conlleva ningún tratamiento agresivo ni riesgo alguno para mí, sólo la pequeña molestia de estar con la boca abierta durante unos minutos.
- 4- También me ha explicado que la corona que me va a cementar será realizada mediante la técnica estándar de toma de impresiones con siliconas.
- 5- El material seleccionado para la corona será una cerámica de alto contenido en óxido de circonio.
- 6- El odontólogo me ha explicado las posibles complicaciones que pueden surgir tras la colocación de la prótesis (fractura de la corona, del diente, necesidad de endodoncia del diente, ...) así como las soluciones de las mismas.

Así mismo, me ha explicado que el tratamiento se realizará sin coste alguno.

He comprendido las explicaciones que se me han facilitado en un lenguaje claro y sencillo, y que el investigador que me ha atendido ha respondido de manera satisfactoria a todas las preguntas que le he realizado.

También comprendo que **puedo negar mi participación en el estudio** sin tener que dar ninguna explicación, así como **revocar este consentimiento**.

Por ello, me declaro satisfecho con la información recibida y **CONSIENTO mi participación voluntaria en el proyecto de investigación**.

Firma del paciente:

Firma del Investigador:

D./Dña.

Dr./Dra.

Lugar y fecha:

REVOCO este consentimiento:

D./Dña.

Lugar, fecha y firma:

De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos de Carácter Personal, le informamos que sus datos serán tratados por el Departamento de Estomatología I de la Facultad de Odontología de la UCM (Dr. Guillermo Pradés Ramiro, como responsable), con el fin de registrar su participación en este estudio. Puede ejercitar sus derechos de acceso, rectificación, cancelación u oposición en este Departamento.

D./Dña.

ANEXO 2: DICTAMEN DEL COMITÉ DE INVESTIGACIONES CLÍNICAS



Informe Dictamen Protocolo Favorable

C.P. - C.I. 14/515-E_BS

18 de diciembre de 2014

CEIC Hospital Clínico San Carlos

Dra. Mar García Arenillas
Presidenta del CEIC Hospital Clínico San Carlos

CERTIFICA

Que el CEIC Hospital Clínico San Carlos en su reunión del día 17/12/2014, acta 12.2/14 ha evaluado la propuesta del promotor/investigador referida al estudio:

Título: "Estudio comparativo in vivo de un sistema de impresión oral convencional con elastómeros vs. un sistema de impresión digitalizada (TRIOS®)"

Promotor: Phibo Dental Solutions, S.L.

Que en este estudio:

- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
- Es adecuado el procedimiento para obtener el consentimiento informado.
- La capacidad del investigador y los medios disponibles son adecuados para llevar a cabo el
- El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto de los postulados éticos.
- Se cumplen los preceptos éticos formulados en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica mundial sobre principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos y en sus posteriores revisiones, así como aquellos exigidos por la normativa legal aplicable en función de las características del estudio.

Es por ello que el Comité **informa favorablemente** sobre la realización de dicho proyecto por el **Dr. Francisco Martínez Rus** y el **Dr. Guillermo Pradiés Ramiro** como investigadores principales en el Departamento de Estomatología I. Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid.

Lo que firmo en Madrid, a 18 de diciembre de 2014

Dra. Mar García Arenillas
Presidenta del CEIC Hospital Clínico San Carlos

ANEXO 3: HOJA DE RECOGIDA DE DATOS CLÍNICOS

Protocolo Trios®

Hoja de evaluación clínica.

CÓDIGO PACIENTE	POSICIÓN CORONA			
		Comentarios		Comentarios
CORONA				
AJUSTE MARGINAL				
PUNTOS DE CONTACTO				
OCLUSIÓN				
FRICCIÓN				
CLÍNICAMENTE ACEPTABLE		SI / NO		SI / NO
SELECCIÓN FINAL				

ANEXO 4: ANEXO ESTADÍSTICO

Pruebas no paramétricas (prueba de normalidad global para la variable ajuste) NO CUMPLE NORMALIDAD

Notas	
Resultados creados	25-JUL-2014 08:53:46
Comentarios	
Datos	/Users/guillermopradies/Dropbox/TESIS SANTY TRIOS/Estadistica Trios-convencional sin atipicos.sav
Entrada	Conjunto de datos activo
	Filtro
	Peso
	Dividir archivo
	Núm. de filas del archivo de trabajo
	399
	Definición de los perdidos
Manipulación de los valores perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario será tratados como perdidos.
	Los estadísticos para cada prueba se basan en todos los casos con datos válidos para las variables usadas en dicha prueba.
	Casos utilizados
Sintaxis	NPAR TESTS
	/K-S(NORMAL)=Ajuste
	/MISSING ANALYSIS.
	Tiempo de procesador
	00:00:00,01
Recursos	Tiempo transcurrido
	00:00:00,00
	Número de casos permitidos ^a
	196608

a. Basado en la disponibilidad de memoria en el espacio de trabajo.

```
[Conjunto_de_datos1]
/Users/guillermopradies/Dropbox/TESIS SANTY
TRIOS/Estadistica Trios-convencional sin atipicos.sav
```

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Ajuste de la restauración
N		399
Parámetros normales ^{a,b}	Media	178,0127
	Desviación típica	116,00006
	Absoluta	,130
Diferencias más extremas	Positiva	,130
	Negativa	-,083
Z de Kolmogorov-Smirnov		2,599
Sig. asintót. (bilateral)		,000

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

```
SORT CASES BY Técnica.
SPLIT FILE SEPARATE BY Técnica.
NPAR TESTS
  /K-S(NORMAL)=Ajuste
  /MISSING ANALYSIS.
```

Pruebas no paramétricas (PRUEBAS DE NORMALIDAD PARA LA VARIABLE AJUSTE EN FUNCIÓN DE LA TÉCNICA DE IMPRESIÓN) NO CUMPLEN NORMALIDAD.

Notas		
Resultados creados		25-JUL-2014 08:54:41
Comentarios		
	Datos	/Users/guillermopradies/Dropbox/TESIS SANTY TRIOS/Estadística Trios-convencional sin atipicos.sav
Entrada	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos1
	Filtro	<ninguno>
	Peso	<ninguno>
	Dividir archivo	Técnica de impresión
	Núm. de filas del archivo de trabajo	399
	Definición de los perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario será tratados como perdidos.
Manipulación de los valores perdidos		Los estadísticos para cada prueba se basan en todos los casos con datos válidos para las variables usadas en dicha prueba.
	Casos utilizados	NPAR TESTS
Sintaxis		/K-S(NORMAL)=Ajuste
		/MISSING ANALYSIS.
	Tiempo de procesador	00:00:00,01
Recursos	Tiempo transcurrido	00:00:00,00
	Número de casos permitidos ^a	196608

a. Basado en la disponibilidad de memoria en el espacio de trabajo.

Técnica de impresión = Elastomeros

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra^a

	Ajuste de la restauración
N	200
Parámetros normales ^{b,c}	Media 185,0476
	Desviación típica 112,34499
	Absoluta ,129
Diferencias más extremas	Positiva ,129
	Negativa -,074
Z de Kolmogorov-Smirnov	1,831
Sig. asintót. (bilateral)	,002

- a. Técnica de impresión = Elastomeros
 b. La distribución de contraste es la Normal.
 c. Se han calculado a partir de los datos.

Técnica de impresión = Trios

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra^a

	Ajuste de la restauración
N	199
Parámetros normales ^{b,c}	Media 170,9423
	Desviación típica 119,42601
	Absoluta ,159
Diferencias más extremas	Positiva ,159
	Negativa -,099
Z de Kolmogorov-Smirnov	2,241
Sig. asintót. (bilateral)	,000

- a. Técnica de impresión = Trios
 b. La distribución de contraste es la Normal.
 c. Se han calculado a partir de los datos.

Explorar

Notas		
Resultados creados		25-JUL-2014 08:57:22
Comentarios		
	Datos	/Users/guillermopradies/Dropbox/TESIS SANTY TRIOS/Estadística Trios-convencional sin atipicos.sav
Entrada	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos1
	Filtro	<ninguno>
	Peso	<ninguno>
	Dividir archivo	Técnica de impresión
	Núm. de filas del archivo de trabajo	399
	Definición de los perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario para las variables dependientes serán tratados como perdidos.
Manipulación de los valores perdidos		Los estadísticos se basan en los casos que no incluyan valores perdidos en ninguna variable dependiente o factor utilizados.
	Casos utilizados	EXAMINE VARIABLES=Ajuste /PLOT BOXPLOT STEMLEAF /COMPARE GROUPS /STATISTICS DESCRIPTIVES /INTERVAL 95 /MISSING LISTWISE /NOTOTAL.
Sintaxis		
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:01,36
	Tiempo transcurrido	00:00:01,00

			Estadístico	Error típ.
Ajuste de la restauración	Media		185,0476	7,94399
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	169,3824	
		Límite superior	200,7128	
	Media recortada al 5%		178,6086	
	Mediana		154,1558	
	Varianza		12621,397	
	Desv. típ.		112,34499	
	Mínimo		18,10	
	Máximo		503,22	
	Rango		485,12	
	Amplitud intercuartil		162,03	
	Asimetría		,778	,172
	Curtosis		-,147	,342

Técnica de impresión = Elastomeros

Resumen del procesamiento de los casos^a

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Ajuste de la restauración	200	100,0%	0	0,0%	200	100,0%

a. Técnica de impresión = Elastomeros

a. Técnica de impresión = Elastomeros

Técnica de impresión = Trios

Resumen del procesamiento de los casos^a

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Ajuste de la restauración	199	100,0%	0	0,0%	199	100,0%

a. Técnica de impresión = Trios

Descriptivos^a

				Estadístico	Error típ.
Ajuste de la restauración	Media			170,9423	8,46589
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior		154,2474	
		Límite superior		187,6372	
	Media recortada al 5%			163,2106	
	Mediana			143,8814	
	Varianza			14262,571	
	Desv. típ.			119,42601	
	Mínimo			17,46	
	Máximo			487,27	
	Rango			469,81	
	Amplitud intercuartil			173,90	
	Asimetría			,897	,172
	Curtosis			-,066	,343

a. Técnica de impresión = Trios

Notas		
Resultados creados		25-JUL-2014 08:59:27
Comentarios		
	Datos	/Users/guillermopradies/Dro pbox/TESIS SANTY TRIOS/Estadistica Trios- convencional sin atipicos.sav
Entrada	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos1
	Filtro	<ninguno>
	Peso	<ninguno>
	Dividir archivo	Técnica de impresión
	Núm. de filas del archivo de trabajo	399
	Definición de los perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario para las variables dependientes serán tratados como perdidos.
Manipulación de los valores perdidos		Los estadísticos se basan en los casos que no incluyan valores perdidos en ninguna variable dependiente o factor utilizados.
	Casos utilizados	EXAMINE VARIABLES=Ajuste BY Técnica Zona Superficie /PLOT NPLOT /STATISTICS DESCRIPTIVES /CINTERVAL 95 /MISSING LISTWISE /NOTOTAL.
Sintaxis		
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:05,67
	Tiempo transcurrido	00:00:06,00

[Conjunto_de_datos1]
/Users/guillermopradies/Dropbox/TESIS SANTY

Técnica de impresión = Elastómeros

Técnica de impresión

Resumen del procesamiento de los casos^a

Técnica de impresión	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Ajuste de la restauración Elastómeros	200	100,0%	0	0,0%	200	100,0%

a. Técnica de impresión = Elastómeros

a. Técnica de impresión = Elastómeros

Descriptivos^a

Técnica de impresión			Estadístico	Error típ.
Ajuste de la restauración Elastómeros	Media		185,0476	7,94399
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	169,3824	
		Límite superior	200,7128	
	Media recortada al 5%		178,6086	
	Mediana		154,1558	
	Varianza		12621,397	
	Desv. típ.		112,34499	
	Mínimo		18,10	
	Máximo		503,22	
	Rango		485,12	
	Amplitud intercuartil		162,03	
	Asimetría		,778	,172
	Curtosis		-,147	,342

Pruebas de normalidad^a

Técnica de impresión	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ajuste de la restauración Elastomeros	,129	200	,000	,932	200	,000

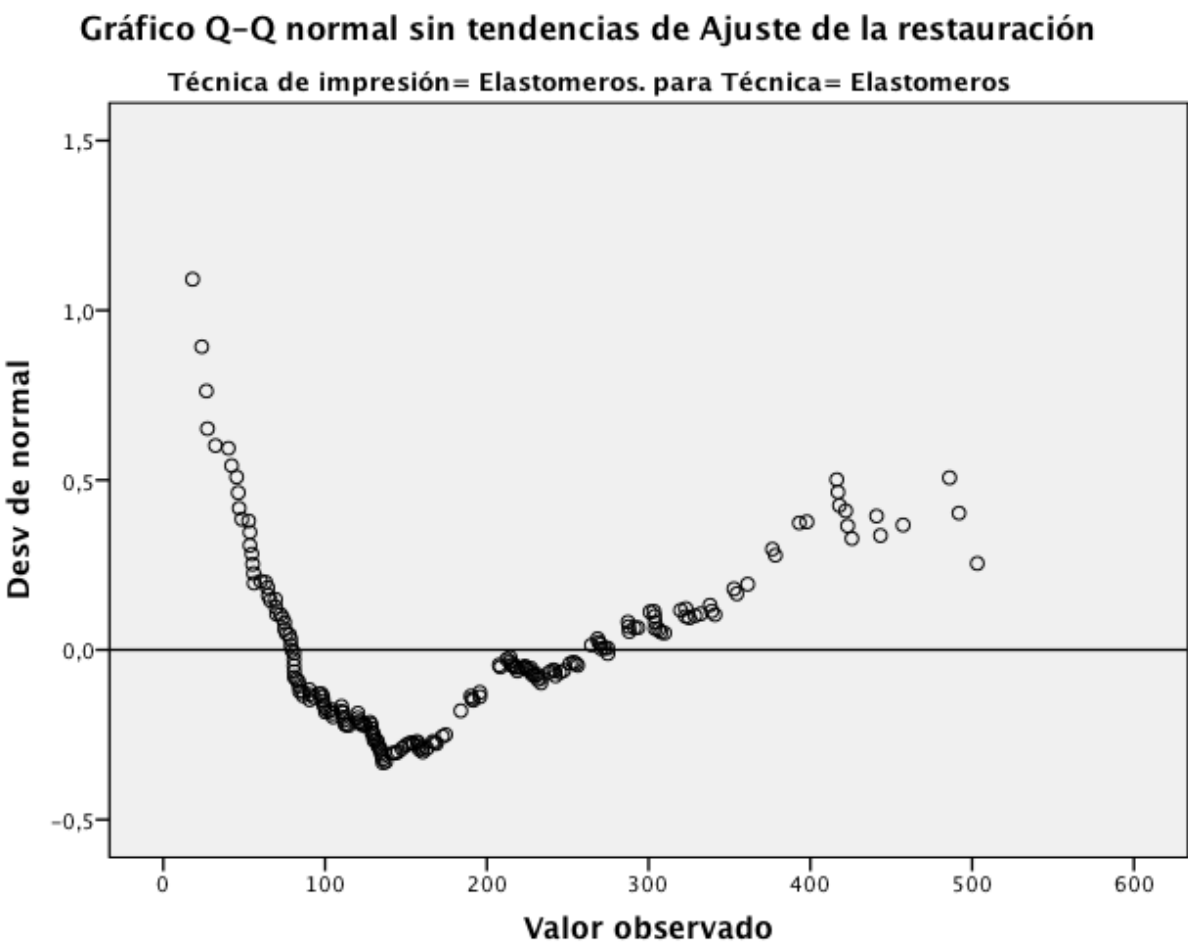
a. Técnica de impresión = Elastomeros

b. Corrección de la significación de Lilliefors

Gráficos Q-Q normales



Gráficos Q-Q normales sin tendencia



Zona de la restauración

Resumen del procesamiento de los casos^a

Zona de la restauración		Casos				
		Válidos		Perdidos		Total
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N
Ajuste de la restauración	Margen	59	100,0%	0	0,0%	59
	Axial	57	100,0%	0	0,0%	57
	Cúspide	59	100,0%	0	0,0%	59
	Fosa	25	100,0%	0	0,0%	25

Resumen del procesamiento de los casos^a

Zona de la restauración		Casos
		Total
		Porcentaje
Ajuste de la restauración	Margen	100,0%
	Axial	100,0%
	Cúspide	100,0%
	Fosa	100,0%

a. Técnica de impresión = Elastomeros

Descriptivos^a

Zona de la restauración			Estadístico	Error típ.
Ajuste de la restauración	Margen	Media	119,9545	7,80182
		Intervalo de confianza para la media al 95%	104,3375	
		Límite inferior		
		Límite superior	135,5715	
		Media recortada al 5%	115,9255	
		Mediana	120,2947	
		Varianza	3591,231	
		Desv. típ.	59,92688	
		Mínimo	18,10	
		Máximo	328,71	

	Axial	Rango	310,62	
		Amplitud intercuartil	64,16	
		Asimetría	1,201	,311
		Curtosis	2,591	,613
		Media	105,2412	6,60191
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior 92,0159	
			Límite superior 118,4664	
		Media recortada al 5%	102,3470	
		Mediana	97,7501	
		Varianza	2484,360	
		Desv. típ.	49,84335	
		Mínimo	23,79	
	Cúspide	Máximo	245,28	
		Rango	221,49	
		Amplitud intercuartil	64,51	
		Asimetría	,846	,316
		Curtosis	,455	,623
		Media	287,2151	12,21854
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior 262,7571	
			Límite superior 311,6732	
		Media recortada al 5%	286,5569	
		Mediana	274,6864	
		Varianza	8808,266	
	Fosa	Desv. típ.	93,85236	
		Mínimo	69,99	
		Máximo	491,88	
		Rango	421,89	
		Amplitud intercuartil	117,47	
		Asimetría	,229	,311
		Curtosis	-,239	,613
		Media	279,5108	18,32121
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior 241,6977	
			Límite superior 317,3239	

	Media recortada al 5%	277,5224
--	-----------------------	----------

Zona de la restauración			Estadístico	Error típ.
Ajuste de la restauración	Fosa	Mediana	254,9791	
		Varianza	8391,665	
		Desv. típ.	91,60603	
		Mínimo	90,27	
		Máximo	503,22	
		Rango	412,95	
		Amplitud intercuartil	101,18	
		Asimetría	,480	,464
		Curtosis	,606	,902

a. Técnica de impresión = Elastomeros

Pruebas de normalidad^a

Zona de la restauración		Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ajuste de la restauración	Margen	,112	59	,065	,923	59	,001
	Axial	,104	57	,192	,947	57	,015
	Cúspide	,092	59	,200*	,976	59	,308
	Fosa	,126	25	,200*	,974	25	,745

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Técnica de impresión = Elastomeros

b. Corrección de la significación de Lilliefors

Superficie del diente

Resumen del procesamiento de los casos^a

Superficie del diente		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
		N	Porcent aje	N	Porcent aje	N	Porcent aje
Ajuste de la restauración	Bucal	87	100,0%	0	0,0%	87	100,0%
	Lingual	88	100,0%	0	0,0%	88	100,0%
	Oclusal	25	100,0%	0	0,0%	25	100,0%

a. Técnica de impresión = Elastomeros

Descriptivos^a

Superficie del diente			Estadístico	Error típ.
Ajuste de la restauración	Bucal	Media	173,6648	12,05219
		Intervalo de confianza para la media al 95%	149,7058	
		Límite inferior	197,6237	
		Límite superior	165,5773	
		Media recortada al 5%	135,5860	
		Mediana	12637,20	
		Varianza	2	
		Desv. típ.	112,4153	
		Mínimo	26,66	
		Máximo	491,88	
		Rango	465,22	
		Amplitud intercuartil	157,70	
		Asimetría	1,001	
		Curtosis	,430	
	Lingual	Media	169,4650	11,24288
		Intervalo de confianza para la media al 95%	147,1186	

Oclusa I	media al 95%	Límite superior	191,8115	
	Media recortada al 5%		162,6820	
	Mediana		134,0023	
	Varianza		11123,400	
	Desv. típ.		105,46753	
	Mínimo		18,10	
	Máximo		440,88	
	Rango		422,78	
	Amplitud intercuartil		146,05	
	Asimetría		,946	,257
	Curtosis		,057	,508
	Media		279,5108	18,32121
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	241,6977	
		Límite superior	317,3239	
	Media recortada al 5%		277,5224	
	Mediana		254,9791	
	Varianza		8391,665	
	Desv. típ.		91,60603	
	Mínimo		90,27	
	Máximo		503,22	
	Rango		412,95	
	Amplitud intercuartil		101,18	
	Asimetría		,480	,464
	Curtosis		,606	,902

a. Técnica de impresión = Elastomeros

Pruebas de normalidad^a

Superficie del diente		Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ajuste de la restauración	Bucal	,155	87	,000	,910	87	,000
	Lingual	,160	88	,000	,905	88	,000

Oclusal	,126	25	,200*	,974	25	,745
---------	------	----	-------	------	----	------

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Técnica de impresión = Elastomeros

b. Corrección de la significación de Lilliefors

Técnica de impresión = Trios

Técnica de impresión

Resumen del procesamiento de los casos

Técnica de impresión	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Ajuste de la restauración Trios	199	100,0%	0	0,0%	199	100,0%

a. Técnica de impresión = Trios

Descriptivos^a

Técnica de impresión			Estadístico	Error típ.
Ajuste de la restauración Trios	Media		170,9423	8,46589
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	154,2474	
		Límite superior	187,6372	
		Media recortada al 5%	163,2106	
	Mediana		143,8814	
	Varianza		14262,571	
	Desv. típ.		119,42601	
	Mínimo		17,46	

Máximo	487,27	
Rango	469,81	
Amplitud intercuartil	173,90	
Asimetría	,897	,172
Curtosis	-,066	,343

a. Técnica de impresión = Trios

Pruebas de normalidad^a

Técnica de impresión	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk	
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl
Ajuste de la restauración Trios	,159	199	,000	,908	199

a. Técnica de impresión = Trios

b. Corrección de la significación de Lilliefors

Zona de la restauración

Resumen del procesamiento de los casos^a

Zona de la restauración		Casos				
		Válidos		Perdidos		Total
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N
Ajuste de la restauración	Margen	57	100,0%	0	0,0%	57
	Axial	58	100,0%	0	0,0%	58
	Cúspide	55	100,0%	0	0,0%	55
	Fosa	29	100,0%	0	0,0%	29

Resumen del procesamiento de los casos^a

Zona de la restauración	Casos
	Total
	Porcentaje

Ajuste de la restauración	Margen	100,0%
	Axial	100,0%
	Cúspide	100,0%
	Fosa	100,0%

a. Técnica de impresión = Trios

Descriptivos^a

Zona de la restauración			Estadístico	Error típ.
Ajuste de la restauración	Margen	Media	106,6805	9,23090
		Intervalo de confianza para la media al 95%	88,1888	
		Límite inferior	125,1722	
		Límite superior	100,1976	
		Media recortada al 5%	81,9350	
		Mediana	4856,939	
		Varianza	69,69174	
		Desv. típ.	19,28	
		Mínimo	406,41	
		Máximo	387,12	
	Axial	Rango	88,75	
		Amplitud intercuartil	1,739	,316
		Asimetría	4,990	,623
		Curtosis	82,8788	5,30105
		Media	72,2636	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	93,4939	
		Límite inferior	81,6597	
		Límite superior	80,7559	
		Media recortada al 5%	1629,866	
		Mediana	40,37160	
		Varianza	17,46	
		Desv. típ.	195,00	
		Mínimo	177,54	
		Máximo	52,48	
		Rango		
		Amplitud intercuartil		

			Asimetría		,287	,314
			Curtosis		-,239	,618
			Media		275,4715	12,89693
			Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	249,6147	
				Límite superior	301,3283	
			Media recortada al 5%		271,8723	
	Cúspide		Mediana		274,0900	
			Varianza		9148,197	
			Desv. típ.		95,64621	
			Mínimo		129,81	
			Máximo		487,27	
			Rango		357,47	
			Amplitud intercuartil		163,59	
			Asimetría		,338	,322
			Curtosis		-,677	,634
			Media		275,1321	21,17688
	Fosa		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	231,7532	
				Límite superior	318,5110	
			Media recortada al 5%		272,2527	

Descriptivos^a

Zona de la restauración			Estadístico	Error típ.
Ajuste de la restauración	Fosa	Mediana	277,4979	
		Varianza	13005,344	
		Desv. típ.	114,04098	
		Mínimo	116,49	
		Máximo	478,98	
		Rango	362,49	
		Amplitud intercuartil	177,05	
		Asimetría	,485	,434
		Curtosis	-1,011	,845

a. Técnica de impresión = Trios

Pruebas de normalidad^a

Zona de la restauración		Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ajuste de la restauración	Margen	,148	57	,003	,863	57	,000
	Axial	,073	58	,200 [*]	,974	58	,255
	Cúspide	,111	55	,090	,952	55	,030
	Fosa	,161	29	,054	,908	29	,015

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Técnica de impresión = Trios

b. Corrección de la significación de Lilliefors

Superficie del diente

Resumen del procesamiento de los casos^a

Superficie del diente		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Ajuste de la restauración	Bucal	85	100,0%	0	0,0%	85	100,0%
	Lingual	85	100,0%	0	0,0%	85	100,0%
	Oclusal	29	100,0%	0	0,0%	29	100,0%

a. Técnica de impresión = Trios

Descriptivos^a

Superficie del diente			Estadístico	Error típ.
Ajuste de la	Bucal	Media	150,2691	12,21992

restauración	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	125,9685	
		Límite superior	174,5698	
	Media recortada al 5%		141,5205	
	Mediana		110,4260	
	Varianza		12692,752	
	Desv. típ.		112,66212	
	Mínimo		18,56	
	Máximo		475,14	
	Rango		456,59	
	Amplitud intercuartil		137,48	
	Asimetría		1,121	,261
	Curtosis		,546	,517
	Media		156,0684	11,97398
Lingua I	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	132,2568	
		Límite superior	179,8800	
	Media recortada al 5%		148,2865	
	Mediana		126,8479	
	Varianza		12186,980	
	Desv. típ.		110,39466	
	Mínimo		17,46	
	Máximo		487,27	
	Rango		469,81	
	Amplitud intercuartil		141,86	
	Asimetría		1,048	,261
	Curtosis		,344	,517
	Media		275,1321	21,17688
Oclusa I	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	231,7532	
		Límite superior	318,5110	
	Media recortada al 5%		272,2527	

Mediana	277,4979	
Varianza	13005,344	
Desv. típ.	114,04098	
Mínimo	116,49	
Máximo	478,98	
Rango	362,49	
Amplitud intercuartil	177,05	
Asimetría	,485	,434
Curtosis	-1,011	,845

a. Técnica de impresión = Trios

Pruebas de normalidad^a

Superficie del diente		Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ajuste de la restauración	Bucal	,153	85	,000	,883	85	,000
	Lingual	,161	85	,000	,894	85	,000
	Oclusal	,161	29	,054	,908	29	,015

a. Técnica de impresión = Trios

b. Corrección de la significación de Lilliefors

Prueba T (aplicamos t de Student porque para las zonas, si se cumplen principios de normalidad)

Notas	
Resultados creados	25-JUL-2014 10:04:49
Comentarios	
Datos	/Users/guillermopradies/Dropbox/TESIS SANTY TRIOS/Estadistica Trios-convencional sin atipicos.sav
Entrada	Conjunto de datos activo Filtro Peso Dividir archivo Núm. de filas del archivo de trabajo
	Conjunto_de_datos1 <ninguno> <ninguno> Zona de la restauración 399
	Definición de los perdidos
Tratamiento de los valores perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos. Los estadísticos de cada análisis se basan en los casos que no tienen datos perdidos ni quedan fuera de rango en cualquiera de las variables del análisis.
	Casos utilizados
Sintaxis	T-TEST GROUPS=Técnica(1 2) /MISSING=ANALYSIS /VARIABLES=Ajuste /CRITERIA=CI(.95).
Recursos	Tiempo de procesador Tiempo transcurrido
	00:00:00,02 00:00:00,00

Zona de la restauración = Margen

Estadísticos de grupo^a

	Técnica de impresión	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Ajuste de la restauración	Elastomeros	59	119,9545	59,92688	7,80182
	Trios	57	106,6805	69,69174	9,23090

a. Zona de la restauración = Margen

Prueba de muestras independientes^a

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias	
		F	Sig.	t	gl
Ajuste de la restauración	Se han asumido varianzas iguales	1,490	,225	1,101	114
	No se han asumido varianzas iguales			1,098	110,259

Prueba de muestras independientes^a

		Prueba T para la igualdad de medias			
		Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia
					Inferior
Ajuste de la restauración	Se han asumido varianzas iguales	,273	13,27398	12,05481	-10,60650
	No se han asumido varianzas iguales	,274	13,27398	12,08626	-10,67753

Prueba de muestras independientes^a

		Prueba T para la igualdad de medias
		95% Intervalo de confianza para la diferencia
		Superior
Ajuste de la restauración	Se han asumido varianzas iguales	37,15447
	No se han asumido varianzas iguales	37,22550

a. Zona de la restauración = Margen

Zona de la restauración = Axial

Estadísticos de grupo^a

	Técnica de impresión	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Ajuste de la restauración	Elastomeros	57	105,2412	49,84335	6,60191
	Trios	58	82,8788	40,37160	5,30105

a. Zona de la restauración = Axial

Prueba de muestras independientes^a

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias	
		F	Sig.	t	gl
Ajuste de la restauración	Se han asumido varianzas iguales	1,651	,201	2,646	113
	No se han asumido varianzas iguales			2,641	107,562

Prueba de muestras independientes^a

		Prueba T para la igualdad de medias			
		Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia
					Inferior
Ajuste de la restauración	Se han asumido varianzas iguales	,009	22,36240	8,45137	5,61871
	No se han asumido varianzas iguales	,009	22,36240	8,46678	5,57899

Prueba de muestras independientes^a

		Prueba T para la igualdad de medias
		95% Intervalo de confianza para la diferencia
		Superior
Ajuste de la restauración	Se han asumido varianzas iguales	39,10609
	No se han asumido varianzas iguales	39,14581

a. Zona de la restauración = Axial

Zona de la restauración = Cúspide

Estadísticos de grupo^a

Técnica de impresión	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Ajuste de la restauración Elastomeros	59	287,2151	93,85236	12,21854
Trios	55	275,4715	95,64621	12,89693

a. Zona de la restauración = Cúspide

Prueba de muestras independientes^a

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias	
		F	Sig.	t	gl
Ajuste de la restauración	Se han asumido varianzas iguales	,190	,664	,661	112
	No se han asumido varianzas iguales			,661	111,105

Prueba de muestras independientes^a

		Prueba T para la igualdad de medias			
		Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia
					Inferior
Ajuste de la restauración	Se han asumido varianzas iguales	,510	11,74365	17,75389	-23,43341
	No se han asumido varianzas iguales	,510	11,74365	17,76580	-23,46009

Prueba de muestras independientes^a

		Prueba T para la igualdad de medias
		95% Intervalo de confianza para la diferencia
		Superior
Ajuste de la restauración	Se han asumido varianzas iguales	46,92072
	No se han asumido varianzas iguales	46,94740

a. Zona de la restauración = Cúspide

Zona de la restauración = Fosa

Estadísticos de grupo^a

	Técnica de impresión	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Ajuste de la restauración	Elastomeros	25	279,5108	91,60603	18,32121
	Trios	29	275,1321	114,04098	21,17688

a. Zona de la restauración = Fosa

Prueba de muestras independientes^a

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Ajuste de la restauración	Se han asumido varianzas iguales	2,867	,096	,154	52	,878

No se han asumido varianzas iguales			,156	51,767	,876
-------------------------------------	--	--	------	--------	------

Prueba de muestras independientes^a

		Prueba T para la igualdad de medias			
		Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
				Inferior	Superior
Ajuste de la restauración	Se han asumido varianzas iguales	4,37871	28,46175	-52,73396	61,49138
	No se han asumido varianzas iguales	4,37871	28,00226	-51,81797	60,57539

a. Zona de la restauración = Fosa

Pruebas no paramétricas

Notas

Resultados creados	25-JUL-2014 10:07:11
Comentarios	
Datos	/Users/guillermopradies/Dropbox/TESIS SANTY TRIOS/Estadística Trios-convencional sin atipicos.sav
Entrada	Conjunto de datos activo Filtro Peso Dividir archivo Núm. de filas del archivo de trabajo
	Conjunto_de_datos1 <ninguno> <ninguno> <ninguno>
	399

	Definición de los perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario será tratados como perdidos.
Manipulación de los valores perdidos	Casos utilizados	Los estadísticos para cada prueba se basan en todos los casos con datos válidos para las variables usadas en dicha prueba.
Sintaxis		NPAR TESTS /M-W= Ajuste BY Técnica(1 2) /MISSING ANALYSIS.
	Tiempo de procesador	00:00:00,01
Recursos	Tiempo transcurrido	00:00:00,00
	Número de casos permitidos ^a	112347

a. Basado en la disponibilidad de memoria en el espacio de trabajo.

Prueba de Mann-Whitney

Hacemos esta prueba porque no cumple principios de normalidad. El resultado es que no existen diferencias estadísticamente significativas entre el Trios y la técnica con elastómeros

Rangos

	Técnica de impresión	N	Rango promedio	Suma de rangos
Ajuste de la restauración	Elastomeros	200	209,29	41858,00
	Trios	199	190,66	37942,00
	Total	399		

Estadísticos de contraste^a

	Ajuste de la restauración
U de Mann-Whitney	18042,000
W de Wilcoxon	37942,000
Z	-1,613
Sig. asintót. (bilateral)	,107

a. Variable de agrupación: Técnica de impresión

Pruebas no paramétricas

Notas

Resultados creados	25-JUL-2014 10:09:39
Comentarios	

		/Users/guillermopradies/Dro pbox/TESIS SANTY TRIOS/Estadistica Trios- convencional sin atipicos.sav	
	Datos		
Entrada	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos1	
	Filtro	<ninguno>	
	Peso	<ninguno>	
	Dividir archivo	<ninguno>	
	Núm. de filas del archivo de trabajo		399
Sintaxis		NPTESTS /INDEPENDENT TEST (Ajuste) GROUP (Superficie) /MISSING SCOPE=ANALYSIS USERMISSING=EXCLUDE /CRITERIA ALPHA=0.05 CILEVEL=95.	
Recursos	Tiempo de procesador		00:00:00,59
	Tiempo transcurrido		00:00:00,00

Pruebas no paramétricas (hacemos esta prueba para ver si existen diferencias entre bucal, lingual y oclusal, independientemente de la técnica de impresión) la conclusión es que si. Oclusal se comporta distinto a Bucal y lingual, teniendo mayor desajuste

Notas

Resultados creados		25-JUL-2014 10:11:09
Comentarios		
	Datos	/Users/guillermopradies/Dropbox/TESIS SANTY TRIOS/Estadistica Trios-convencional sin atipicos.sav
Entrada	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos1
	Filtro	<ninguno>
	Peso	<ninguno>
	Dividir archivo	<ninguno>
	Núm. de filas del archivo de trabajo	399
	Definición de los perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario será tratados como perdidos.
Manipulación de los valores perdidos		Los estadísticos para cada prueba se basan en todos los casos con datos válidos para las variables usadas en dicha prueba.
	Casos utilizados	NPAR TESTS /K-W=Ajuste BY Superficie(1 3) /MEDIAN=Ajuste BY Superficie(1 3) /MISSING ANALYSIS.
Sintaxis		
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00,01
	Tiempo transcurrido	00:00:00,00

Número de casos permitidos ^a	112347
---	--------

a. Basado en la disponibilidad de memoria en el espacio de trabajo.

Prueba de Kruskal-Wallis

Rangos		
Superficie del diente	N	Rango promedio
Ajuste de la restauración	Bucal	172
	Lingual	173
	Oclusal	54
	Total	399

Estadísticos de contraste ^{a,b}	
	Ajuste de la restauración
Chi-cuadrado	48,191
gl	2
Sig. asintót.	,000

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación:
Superficie del diente

Prueba de la mediana

Frecuencias

		Superficie del diente		
		Bucal	Lingual	Oclusal
Ajuste de la restauración	> Mediana	76	72	51
	<= Mediana	96	101	3

Estadísticos de contraste^a

	Ajuste de la restauración
N	399
Mediana	148,2641
Chi-cuadrado	49,851 ^b
gl	2
Sig. asintót.	,000

a. Variable de agrupación:

Superficie del diente

b. 0 casillas (,0%) tienen frecuencias esperadas menores que 5. La frecuencia de casilla esperada mínima es 26,9.

ONEWAY Ajuste BY Zona

/MISSING ANALYSIS

/POSTHOC=BONFERRONI ALPHA(0.05).

ANOVA de un factor para evaluar si existen diferencias entre los distintos ajustes en las distintas zonas (en general) sin diferenciar por escáneres.

La conclusion es que no existen entre margen y axial ni entre fosa y cúspide.

Notas	
Resultados creados	25-JUL-2014 10:26:22
Comentarios	
	/Users/guillermopradies/Dropbox/TESIS SANTY TRIOS/Estadistica Trios-convencional sin atipicos.sav
Datos	
Entrada	Conjunto de datos activo
	Filtro
	Peso
	Dividir archivo
	Núm. de filas del archivo de trabajo
	399
	Definición de los valores perdidos
Tratamiento de los valores perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos.
	Los estadísticos de cada análisis se basan en los casos sin datos perdidos para cualquier variable en el análisis.
	Casos utilizados
	ONEWAY Ajuste BY Zona /MISSING ANALYSIS
Sintaxis	/POSTHOC=BONFERRONI ALPHA(0.05).
Recursos	
	Tiempo de procesador
	00:00:00,01
	Tiempo transcurrido
	00:00:00,00

ANOVA de un factor

Ajuste de la restauración

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	3049087,528	3	1016362,509	174,064	,000
Intra-grupos	2306405,670	395	5839,002		
Total	5355493,198	398			

Pruebas post hoc**Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: Ajuste de la restauración

Bonferroni

(I) Zona de la restauración	(J) Zona de la restauración	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%
					Límite inferior
Margen	Axial	19,46923	10,05535	,321	-7,1937
	Cúspide	168,11739 [*]	10,07748	,000	-194,8390
	Fosa	163,72732 [*]	12,58832	,000	-197,1067
	Margen	-19,46923	10,05535	,321	-46,1321
Axial	Cúspide	187,58662 [*]	10,09917	,000	-214,3657
	Fosa	183,19654 [*]	12,60570	,000	-216,6220
Cúspide	Margen	168,11739 [*]	10,07748	,000	141,3958
	Axial	187,58662 [*]	10,09917	,000	160,8075
	Fosa	4,39007	12,62335	1,000	-29,0822

	Margen	163,72732*	12,58832	,000	130,3480
Fosa	Axial	183,19654*	12,60570	,000	149,7711
	Cúspide	-4,39007	12,62335	1,000	-37,8623

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Ajuste de la restauración

Bonferroni

(I) Zona de la restauración	(J) Zona de la restauración	Intervalo de confianza al 95%
		Límite superior
Margen	Axial	46,1321
	Cúspide	-141,3958*
	Fosa	-130,3480*
Axial	Margen	7,1937
	Cúspide	-160,8075*
	Fosa	-149,7711*
Cúspide	Margen	194,8390*
	Axial	214,3657*
	Fosa	37,8623
Fosa	Margen	197,1067*
	Axial	216,6220*
	Cúspide	29,0822

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Explorar

Notas	
Resultados creados	26-JUL-2014 09:35:45
Comentarios	
	/Users/guillermopradies/Dro pbox/TESIS SANTY TRIOS/Estadistica Trios- convencional sin atipicos.sav
Datos	
Entrada	Conjunto de datos activo Filtro Peso Dividir archivo Núm. de filas del archivo de trabajo
	Conjunto_de_datos1 <ninguno> <ninguno> <ninguno> 399
	Definición de los perdidos
Manipulación de los valores perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario para las variables dependientes serán tratados como perdidos. Los estadísticos se basan en los casos que no incluyan valores perdidos en ninguna variable dependiente o factor utilizados.
	Casos utilizados
	EXAMINE VARIABLES=Ajuste BY Técnica
Sintaxis	/PLOT=BOXPLOT /STATISTICS=NONE /NOTOTAL.
Recursos	Tiempo de procesador 00:00:00,38 Tiempo transcurrido 00:00:00,00

Técnica de impresión

Resumen del procesamiento de los casos							
Técnica de impresión		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
		N	Porcent aje	N	Porcent aje	N	Porcent aje
Ajuste de la restauración	Elastomeros	200	100,0%	0	0,0%	200	100,0%
	Trios	199	100,0%	0	0,0%	199	100,0%

Explorar

Notas	
Resultados creados	26-JUL-2014 09:37:47
Comentarios	
	/Users/guillermopradies/Dro pbox/TESIS SANTY TRIOS/Estadistica Trios- convencional sin atipicos.sav
Datos	
Entrada	Conjunto de datos activo Filtro Peso Dividir archivo Núm. de filas del archivo de trabajo
	Conjunto_de_datos1 <ninguno> <ninguno> Zona de la restauración 399
Manipulación de los valores perdidos	Definición de los perdidos
	Los valores perdidos definidos por el usuario para las variables dependientes serán tratados como perdidos.

Casos utilizados		Los estadísticos se basan en los casos que no incluyan valores perdidos en ninguna variable dependiente o factor utilizados. EXAMINE VARIABLES=Ajuste BY Técnica /PLOT=BOXPLOT /STATISTICS=NONE /NOTOTAL.
Sintaxis		
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00,80
	Tiempo transcurrido	00:00:01,00

Zona de la restauración = Margen

Técnica de impresión

Resumen del procesamiento de los casos^a

Técnica de impresión		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
		N	Porcent aje	N	Porcent aje	N	Porcent aje
Ajuste de la restauración	Elastomeros	59	100,0%	0	0,0%	59	100,0%
	Trios	57	100,0%	0	0,0%	57	100,0%

a. Zona de la restauración = Margen

Técnica de impresión

Resumen del procesamiento de los casos^a

Técnica de impresión		Casos		
		Válidos	Perdidos	Total

		N	Porcent aje	N	Porcent aje	N	Porcent aje
Ajuste de la restauración	Elastomeros	57	100,0%	0	0,0%	57	100,0%
	Trios	58	100,0%	0	0,0%	58	100,0%

a. Zona de la restauración = Axial

Zona de la restauración = Cúspide

Técnica de impresión

Resumen del procesamiento de los casos^a

Técnica de impresión		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
		N	Porcent aje	N	Porcent aje	N	Porcent aje
Ajuste de la restauración	Elastomeros	59	100,0%	0	0,0%	59	100,0%
	Trios	55	100,0%	0	0,0%	55	100,0%

a. Zona de la restauración = Cúspide

Técnica de impresión

Resumen del procesamiento de los casos^a

Técnica de impresión		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
		N	Porcent aje	N	Porcent aje	N	Porcent aje
Ajuste de la restauración	Elastomeros	25	100,0%	0	0,0%	25	100,0%
	Trios	29	100,0%	0	0,0%	29	100,0%

a. Zona de la restauración = Fosa

Explorar

Notas		
Resultados creados		26-JUL-2014 09:45:47
Comentarios		
	Datos	/Users/guillermopradies/Dropbox/TESIS SANTY TRIOS/Estadística Trios-convencional sin atipicos.sav
Entrada	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos1
	Filtro	<ninguno>
	Peso	<ninguno>
	Dividir archivo	<ninguno>
	Núm. de filas del archivo de trabajo	399
	Definición de los perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario para las variables dependientes serán tratados como perdidos.
Manipulación de los valores perdidos		Los estadísticos se basan en los casos que no incluyan valores perdidos en ninguna variable dependiente o factor utilizados.
	Casos utilizados	EXAMINE VARIABLES=Ajuste BY Zona BY Técnica
Sintaxis		/PLOT=BOXPLOT /STATISTICS=NONE /NOTOTAL.
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00,18
	Tiempo transcurrido	00:00:00,00

Zona de la restauración*Técnica de impresión

Resumen del procesamiento de los casos

	Zona de la restauración	Técnica de impresión	Casos		
			Válidos		Perdidos
			N	Porcentaje	N
Ajuste de la restauración	Margen	Elastomeros	59	100,0%	0
		Trios	57	100,0%	0
	Axial	Elastomeros	57	100,0%	0
		Trios	58	100,0%	0
	Cúspide	Elastomeros	59	100,0%	0
		Trios	55	100,0%	0
	Fosa	Elastomeros	25	100,0%	0
		Trios	29	100,0%	0

Resumen del procesamiento de los casos

	Zona de la restauración	Técnica de impresión	Casos		
			Perdidos	Total	
			Porcentaje	N	Porcentaje
Ajuste de la restauración	Margen	Elastomeros	0,0%	59	100,0%
		Trios	0,0%	57	100,0%
	Axial	Elastomeros	0,0%	57	100,0%
		Trios	0,0%	58	100,0%
	Cúspide	Elastomeros	0,0%	59	100,0%
		Trios	0,0%	55	100,0%
	Fosa	Elastomeros	0,0%	25	100,0%
		Trios	0,0%	29	100,0%

Explorar

Notas		
Resultados creados		26-JUL-2014 09:46:59
Comentarios		
	Datos	/Users/guillermopradies/Dro pbox/TESIS SANTY TRIOS/Estadística Trios- convencional sin atipicos.sav
Entrada	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos1
	Filtro	<ninguno>
	Peso	<ninguno>
	Dividir archivo	<ninguno>
	Núm. de filas del archivo de trabajo	399
	Definición de los perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario para las variables dependientes serán tratados como perdidos.
Manipulación de los valores perdidos		Los estadísticos se basan en los casos que no incluyan valores perdidos en ninguna variable dependiente o factor utilizados.
	Casos utilizados	EXAMINE VARIABLES=Ajuste BY Técnica BY Zona
Sintaxis		/PLOT=BOXPLOT /STATISTICS=NONE /NOTOTAL.
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00,23
	Tiempo transcurrido	00:00:00,00

Técnica de impresión*Zona de la restauración

Resumen del procesamiento de los casos

Técnica de impresión	Zona de la restauración	Casos			
		Válidos		Perdidos	
		N	Porcentaje	N	
Ajuste de la restauración	Elastomeros	Margen	59	100,0%	0
		Axial	57	100,0%	0
		Cúspide	59	100,0%	0
		Fosa	25	100,0%	0
	Trios	Margen	57	100,0%	0
		Axial	58	100,0%	0
		Cúspide	55	100,0%	0
		Fosa	29	100,0%	0

Resumen del procesamiento de los casos

	Técnica de impresión	Zona de la restauración	Casos		
			Perdidos	Total	
			Porcentaje	N	Porcentaje
Ajuste de la restauración	Elastomeros	Margen	0,0%	59	100,0%
		Axial	0,0%	57	100,0%
		Cúspide	0,0%	59	100,0%
		Fosa	0,0%	25	100,0%
	Trios	Margen	0,0%	57	100,0%
		Axial	0,0%	58	100,0%
		Cúspide	0,0%	55	100,0%
		Fosa	0,0%	29	100,0%

Explorar

Notas

Resultados creados		26-JUL-2014 09:47:27
Comentarios		
	Datos	/Users/guillermopradies/Dropbox/TESIS SANTY TRIOS/Estadística Trios-conventional sin atipicos.sav
Entrada	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos1
	Filtro	<ninguno>
	Peso	<ninguno>
	Dividir archivo	<ninguno>
	Núm. de filas del archivo de trabajo	399
	Definición de los perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario para las variables dependientes serán tratados como perdidos.
Manipulación de los valores perdidos		Los estadísticos se basan en los casos que no incluyan valores perdidos en ninguna variable dependiente o factor utilizados.
	Casos utilizados	EXAMINE VARIABLES=Ajuste BY Técnica BY Superficie /PLOT=BOXPLOT /STATISTICS=NONE /NOTOTAL.
Sintaxis		
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00,19
	Tiempo transcurrido	00:00:00,00

Técnica de impresión*Superficie del diente

Resumen del procesamiento de los casos

Técnica de impresión	Superficie del diente	Casos			
		Válidos		Perdidos	
		N	Porcent aje	N	Porcent aje
Ajuste de la restauración	Bucal	87	100,0%	0	0,0%
	Elastomeros	88	100,0%	0	0,0%
	Lingual	25	100,0%	0	0,0%
	Oclusal	85	100,0%	0	0,0%
	Bucal	85	100,0%	0	0,0%
	Trios	85	100,0%	0	0,0%
	Lingual	29	100,0%	0	0,0%
	Oclusal				

Resumen del procesamiento de los casos

Técnica de impresión	Superficie del diente	Casos	
		Total	
		N	Porcentaje
Ajuste de la restauración	Bucal	87	100,0%
	Elastomeros	88	100,0%
	Lingual	25	100,0%
	Oclusal	85	100,0%
	Bucal	85	100,0%
	Trios	85	100,0%
	Lingual	29	100,0%
	Oclusal		

Tablas de contingencia

Notas	
Resultados creados	28-JUL-2014 17:06:32
Comentarios	
	/Users/guillermopradies/Dropbox/TESIS SANTY TRIOS/doble ciego trios.sav
Entrada	Conjunto de datos activo Conjunto_de_datos0
	Filtro <ninguno>
	Peso <ninguno>
	Dividir archivo <ninguno>
	Núm. de filas del archivo de trabajo 30
	Definición de los perdidos
Tratamiento de los valores perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos.
	Los estadísticos de las tablas se basan en todos los casos con datos válidos en los rangos especificados para todas las variables de las tablas.
	Casos utilizados
Sintaxis	CROSSTABS /TABLES=AMARGINAL1 BY AMARGINAL2 /FORMAT=AVALUE TABLES /STATISTICS=KAPPA /CELLS=TOTAL /COUNT ROUND CELL.
	Tiempo de procesador 00:00:00,01
Recursos	Tiempo transcurrido 00:00:00,00
	Dimensiones solicitadas 2
	Casillas disponibles 131072

Resumen del procesamiento de los casos

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Ajuste Marginal Operador 1 * Ajuste Marginal Operador 2	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

Tabla de contingencia Ajuste Marginal Operador 1 * Ajuste Marginal Operador 2

% del total

		Ajuste Marginal Operador 2			Total
		igual	Digital	Convencional	
Ajuste Marginal Operador 1	igual	3,3%	6,7%		10,0%
	Digital	3,3%	43,3%	3,3%	50,0%
	Convencional		10,0%	30,0%	40,0%
Total		6,7%	60,0%	33,3%	100,0%

Medidas simétricas

	Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Medida de acuerdo Kappa N de casos válidos	,583 30	,132	3,955	,000

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

Tablas de contingencia

Notas	
Resultados creados	28-JUL-2014 17:07:01
Comentarios	
	/Users/guillermopradies/Dropbox/TESIS SANTY TRIOS/doble ciego trios.sav
Entrada	Conjunto de datos activo Conjunto_de_datos0
	Filtro <ninguno>
	Peso <ninguno>
	Dividir archivo <ninguno>
	Núm. de filas del archivo de trabajo 30
	Definición de los perdidos
Tratamiento de los valores perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos.
	Los estadísticos de las tablas se basan en todos los casos con datos válidos en los rangos especificados para todas las variables de las tablas.
	Casos utilizados
Sintaxis	CROSSTABS /TABLES=PUNTOC1 BY PUNTOC2 /FORMAT=AVALUE TABLES /STATISTICS=KAPPA /CELLS=TOTAL /COUNT ROUND CELL.
	Tiempo de procesador 00:00:00,01
Recursos	Tiempo transcurrido 00:00:00,00
	Dimensiones solicitadas 2
	Casillas disponibles 131072

Resumen del procesamiento de los casos

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Punto de contacto Operador 1 * Punto de contacto Operador 2	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

Tabla de contingencia Punto de contacto Operador 1 * Punto de contacto Operador 2

% del total

		Punto de contacto Operador 2			Total
		igual	Digital	Convencional	
Punto de contacto Operador 1	igual	20,0%	3,3%	6,7%	30,0%
	Digital		33,3%	6,7%	40,0%
	Convencional	3,3%	10,0%	16,7%	30,0%
Total		23,3%	46,7%	30,0%	100,0%

Medidas simétricas

	Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Medida de acuerdo Kappa N de casos válidos	,541 30	,126	4,186	,000

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

Tablas de contingencia

Notas	
Resultados creados	28-JUL-2014 17:07:38
Comentarios	
	/Users/guillermopradies/Dropbox/TESIS SANTY TRIOS/doble ciego trios.sav
Entrada	Conjunto de datos activo Filtro Peso Dividir archivo Núm. de filas del archivo de trabajo
	Conjunto_de_datos0 <ninguno> <ninguno> <ninguno>
	30
	Definición de los perdidos
Tratamiento de los valores perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos. Los estadísticos de las tablas se basan en todos los casos con datos válidos en los rangos especificados para todas las variables de las tablas.
	Casos utilizados
Sintaxis	CROSSTABS /TABLES=OCLUSION1 BY OCLUSION2 /FORMAT=AVALUE TABLES /STATISTICS=KAPPA /CELLS=TOTAL /COUNT ROUND CELL.
	Tiempo de procesador 00:00:00,01
Recursos	Tiempo transcurrido 00:00:00,00
	Dimensiones solicitadas 2
	Casillas disponibles 131072

Resumen del procesamiento de los casos

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Oclusión Operador 1 * Oclusión Operador 2	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

Tabla de contingencia Oclusión Operador 1 * Oclusión Operador 2

% del total

		Oclusión Operador 2			Total
		igual	Digital	Convencional	
Oclusión Operador 1	igual	20,0%			20,0%
	Digital	16,7%	26,7%	3,3%	46,7%
	Convencional	23,3%	3,3%	6,7%	33,3%
Total		60,0%	30,0%	10,0%	100,0%

Medidas simétricas

	Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Medida de acuerdo Kappa N de casos válidos	,340 30	,103	3,270	,001

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

Tablas de contingencia

Notas	
Resultados creados	28-JUL-2014 17:07:56
Comentarios	
	/Users/guillermopradies/Dropbox/TESIS SANTY TRIOS/doble ciego trios.sav
Entrada	Conjunto de datos activo Filtro Peso Dividir archivo Núm. de filas del archivo de trabajo
	Conjunto_de_datos0 <ninguno> <ninguno> <ninguno>
	30
	Definición de los perdidos
Tratamiento de los valores perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos. Los estadísticos de las tablas se basan en todos los casos con datos válidos en los rangos especificados para todas las variables de las tablas.
	Casos utilizados
Sintaxis	CROSSTABS /TABLES=FRICCION1 BY FRICCION2 /FORMAT=AVALUE TABLES /STATISTICS=KAPPA /CELLS=TOTAL /COUNT ROUND CELL.
	Tiempo de procesador 00:00:00,01
Recursos	Tiempo transcurrido 00:00:00,00
	Dimensiones solicitadas 2
	Casillas disponibles 131072

Resumen del procesamiento de los casos

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Fricción Operador 1 * Fricción Operador 2	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

Tabla de contingencia Fricción Operador 1 * Fricción Operador 2

% del total

		Fricción Operador 2			Total
		igual	Digital	Convencional	
Fricción Operador 1	igual	26,7%	10,0%		36,7%
	Digital	10,0%	10,0%	10,0%	30,0%
	Convencional	10,0%	3,3%	20,0%	33,3%
Total		46,7%	23,3%	30,0%	100,0%

Medidas simétricas

	Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Medida de acuerdo Kappa	,342	,133	2,669	,008
N de casos válidos	30			

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

Tablas de contingencia

Notas		
Resultados creados		28-JUL-2014 17:08:39
Comentarios		
	Datos	/Users/guillermopradies/Dropbox/TESIS SANTY TRIOS/doble ciego trios.sav
Entrada	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos0
	Filtro	<ninguno>
	Peso	<ninguno>
	Dividir archivo	<ninguno>
	Núm. de filas del archivo de trabajo	30
	Definición de los perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos.
Tratamiento de los valores perdidos		Los estadísticos de las tablas se basan en todos los casos con datos válidos en los rangos especificados para todas las variables de las tablas.
	Casos utilizados	CROSSTABS /TABLES=SELECFINAL1 BY SELECFINAL2 /FORMAT=AVALUE TABLES /STATISTICS=KAPPA /CELLS=TOTAL /COUNT ROUND CELL.
Sintaxis		
	Tiempo de procesador	00:00:00,01
	Tiempo transcurrido	00:00:00,00
Recursos	Dimensiones solicitadas	2
	Casillas disponibles	131072

Resumen del procesamiento de los casos

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Selección final Operador 1 * Selección final Operador 2	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

Tabla de contingencia Selección final Operador 1 * Selección final Operador 2
% del total

		Selección final Operador 2		Total
		Digital	Convencional	
Selección final Operador 1	Digital	50,0%	10,0%	60,0%
	Convencional	10,0%	30,0%	40,0%
Total		60,0%	40,0%	100,0%

Medidas simétricas

	Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Medida de acuerdo Kappa N de casos válidos	,583 30	,151	3,195	,001

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

Tablas de contingencia

Notas	
Resultados creados	28-JUL-2014 17:09:18
Comentarios	
	/Users/guillermopradies/Dropbox/TESIS SANTY TRIOS/doble ciego trios.sav
Entrada	Conjunto de datos activo Filtro Peso Dividir archivo Núm. de filas del archivo de trabajo
	Conjunto_de_datos0 <ninguno> <ninguno> <ninguno>
	30
	Definición de los perdidos
Tratamiento de los valores perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos. Los estadísticos de las tablas se basan en todos los casos con datos válidos en los rangos especificados para todas las variables de las tablas.
	Casos utilizados
Sintaxis	CROSSTABS /TABLES=acepclinicadig1 BY acepclinicadig2 /FORMAT=AVALUE TABLES /STATISTICS=KAPPA /CELLS=TOTAL /COUNT ROUND CELL.
	Tiempo de procesador 00:00:00,01
Recursos	Tiempo transcurrido 00:00:00,00
	Dimensiones solicitadas 2
	Casillas disponibles 131072

[

Resumen del procesamiento de los casos

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Aceptación clínica digital operador 1 * Aceptación clínica digital operador2	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

Tabla de contingencia Aceptación clínica digital operador 1 * Aceptación clínica digital operador2

% del total

		Aceptación clínica digital operador2		Total
		no	si	
Aceptación clínica digital operador 1	no	26,7%	10,0%	36,7%
	si	6,7%	56,7%	63,3%
Total		33,3%	66,7%	100,0%

Medidas simétricas

	Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Medida de acuerdo Kappa N de casos válidos	,634 30	,148	3,483	,000

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

Tablas de contingencia

Notas	
Resultados creados	28-JUL-2014 17:09:49
Comentarios	
	/Users/guillermopradies/Dro
	pbox/TESIS SANTY
	TRIOS/doble ciego
	trios.sav
Entrada	Conjunto de datos activo
	Filtro
	Peso
	Dividir archivo
	Núm. de filas del archivo de
	trabajo
	30
	Definición de los perdidos
Tratamiento de los valores	Los valores perdidos
perdidos	definidos por el usuario
	serán tratados como
	perdidos.
	Los estadísticos de las
	tablas se basan en todos
	los casos con datos válidos
	en los rangos especificados
	para todas las variables de
	las tablas.
	CROSSTABS
	/TABLES=acepclinicaconv1
	BY acepclinicaconv2
Sintaxis	/FORMAT=AVALUE
	TABLES
	/STATISTICS=KAPPA
	/CELLS=TOTAL
	/COUNT ROUND CELL.
	Tiempo de procesador
	00:00:00,01
	Tiempo transcurrido
	00:00:00,00
Recursos	Dimensiones solicitadas
	2
	Casillas disponibles
	131072

Resumen del procesamiento de los casos

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Aceptación clínica conven operador 1 * Aceptación clínica conven operador 2	30	100,0%	0	0,0%	30	100,0%

Tabla de contingencia Aceptación clínica conven operador 1 * Aceptación clínica conven operador 2

% del total

		Aceptación clínica conven operador 2		Total
		no	si	
Aceptación clinica conven	no	33,3%	16,7%	50,0%
operador 1	si	6,7%	43,3%	50,0%
Total		40,0%	60,0%	100,0%

Medidas simétricas

	Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Medida de acuerdo Kappa N de casos válidos	,533 30	,151	2,981	,003

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

Frecuencias

Notas	
Resultados creados	28-JUL-2014 17:22:13
Comentarios	
	/Users/guillermopradies/Dropbox/TESIS SANTY TRIOS/doble ciego trios.sav
Entrada	Conjunto de datos activo Conjunto_de_datos0
	Filtro <ninguno>
	Peso <ninguno>
	Dividir archivo <ninguno>
	Núm. de filas del archivo de trabajo 60
Manipulación de los valores perdidos	Definición de los perdidos Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos.
	Casos utilizados Los estadísticos se basan en todos los casos con datos válidos.
Sintaxis	FRECUENCIES VARIABLES=globalacceptaciondigital globalacceptacionconvencional /PIECHART FREQ /ORDER=ANALYSIS.
Recursos	Tiempo de procesador 00:00:00,33
	Tiempo transcurrido 00:00:00,00

Estadísticos

	Aceptación global digital	Aceptación global convencional
N		
Válidos	60	60
Perdidos	0	0

Tabla de frecuencia

Aceptación global digital

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
no	21	35,0	35,0	35,0
Válidos si	39	65,0	65,0	100,0
Total	60	100,0	100,0	

Aceptación global convencional

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
no	27	45,0	45,0	45,0
Válidos si	33	55,0	55,0	100,0
Total	60	100,0	100,0	

